



Escola Politècnica Superior  
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

# TREBALL FINAL DE GRAU

**TÍTOL:** Lay-out projecte SE-270 i SE-216

**AUTOR:** Pau Almirall Bertran

**TITULACIÓ:** Grau en Enginyeria Mecànica

**DIRECTOR:** Severino Abad Pequeño

**DEPARTAMENT:** Departament d'Organització d'Empreses

**DATA:** 310/01/2017

**TÍTOL:** Lay-out projecte SE-270 i SE-216

**COGNOMS:** Almirall Bertran

**NOM:** Pau

**TITULACIÓ:** Grau en Enginyeries Industrials

**ESPECIALITAT:** Enginyeria Mecànica

**PLA:** LOE

**DIRECTOR:** Severino Abad Pequeño

**DEPARTAMENT:** Departament d'Organització d'Empreses

**QUALIFICACIÓ DEL TFG**

**TRIBUNAL**

**PRESIDENT**

**SECRETARI**

**VOCAL**

**DATA DE LECTURA:**

Aquest Projecte té en compte aspectes mediambientals: ☒ Sí ☐ No

## TREBALL FINAL DE GRAU

### RESUM (màxim 50 línies)

En aquest treball s'ha explicat el Lay-out realitzat en l'empresa Gedia España S.L. per incorporar el projecte SE-270 i SE-216 de SEAT. El que s'exposa en aquest treball és tota la informació que s'ha utilitzat per introduir aquesta línia de fabricació per els Pilars B, C superior i inferior i el Canal d'Aigües.

En primer lloc, s'ha començat explicant l'empresa, com està distribuïda i tot el mercat que abasta, seguidament s'ha explicat internament de quines tecnologies disposa Gedia España i l'espai que conté. Un cop presentada l'empresa s'ha explicat els requeriments que té el client pel nou projecte (demanda, entregues, etc.) després s'ha continuat explicant com funciona i com es mou tot el material per dintre de l'empresa.

En segon lloc, un cop feta la presentació de l'empresa i el projecte, s'han enumerat els objectius que es volen aconseguir o millorar durant el projecte.

En tercer lloc, s'han exposat totes les eines que s'han utilitzat per aconseguir els objectius marcats, des de la fabricació del VSM de l'empresa per saber com es mou la informació i el material del projecte dintre i fora de l'empresa, fins a la comparació en metres per saber quina distribució és més òptima. No obstant, també i molt important, s'ha parlat de la comparació del temps de cicle de fabricació dels productes amb el takt time del projecte per saber si és capaç el procés.

I finalment, s'han exposat l'exposició de les conclusions on s'han avaluat tots els resultats extrets del projecte.

### Paraules clau (màxim 10):

Lay-out	Demanda	Takt time	Value Stream Map
Digrama espagueti	Optimització	Aprofitament espai	Mínim cost

## Index

Sumari de figures .....	1
1. Context: .....	2
1.1 Presentació Corporativa: .....	2
1.2 Projecte SE-270 i SE-216: .....	3
2. Situació inicial.....	4
2.1 Requisits del projecte : .....	4
2.2 Distribució de l'empresa: .....	7
2.3 El procés productiu .....	9
3. Objectius .....	12
4. Como ho aconseguirem (Pla proposat).....	13
4.1. Estudi de la demanda .....	13
4.2 Estudi del procés de fabricació .....	15
4.3. Obtenció del Value Stream Map (VSM) .....	16
4.4 Diagrama de processos .....	18
4.5 Gràfic de balanç d'operacions.....	20
4.6 Proposta de Lay-Out.....	22
4.7. Revisió del magatzem.....	32
5. Pla d'execució.....	39
6. Resultats finals i conclusions .....	41
7. Lliçons apreses .....	42
8. Bibliografia .....	43

## Sumari de figures

Il·lustració 1 - Imatge aèria de la seu a Attendorn, Alemanya. ....	2
Il·lustració 2 – Imatge aèria de Gedia España S.L. ....	3
Il·lustració 3 - Presentació de les peces i quantitats del projecte de SEAT. ....	3
Il·lustració 4 – Diagrama de flux de contenidors per torn. ....	5
Il·lustració 5 – Càlcul gràfic OEE ....	6
Il·lustració 6 – Pla en colors de l'empresa vist en planta, assenyalant a que correspon cada nau. ....	8
Il·lustració 7 – Pla de l'empresa en planta, mostra el flux del material de compra i bobines fins a arribar a producte acabat. ....	11
Il·lustració 8 – Gràfic de la producció anual del projecte SE-270 per setmanes. ....	13
Il·lustració 9 – Gràfic de la producció anual del projecte SE-216 per setmanes. ....	14
Il·lustració 10 – Produccions anuals des del 2017 fins al 2024 ....	14
Il·lustració 11 – Creació d'un VSM. ....	16
Il·lustració 12 – VSM del procés de fabricació del Pilar B ....	17
Il·lustració 13 – Diagrama de procés de fabricació del Pilar B (mà esquerra) ....	18
Il·lustració 14 – Diagrama de procés de fabricació del Pilar C sup. i inf. (mà esquerra) ....	19
Il·lustració 15 – Diagrama de procés de fabricació del Canal d'aigües (mà esquerra) ....	19
Il·lustració 16 – Gràfic de balanç del Pilar B ....	21
Il·lustració 17 – Gràfic de balanç del Pilar C ....	21
Il·lustració 18 – Gràfic de balanç del Canal d'Aigües. ....	22
Il·lustració 19 – Plànol inicial de Gedia España S.L. ....	24
Il·lustració 20 – Vista en planta de Gedia, Opció 1. ....	25
Il·lustració 21 – Vista en planta al detall de la opció 1. ....	26
Il·lustració 22 – Diagrama espagueti de la opció 1. ....	27
Il·lustració 23 – Vista en planta de Gedia, Opció 2. ....	28
Il·lustració 24 – Vista en planta de la opció 2. ....	28
Il·lustració 25 – Diagrama espagueti de la opció 2. ....	29
Il·lustració 26 – Comparativa en metres de les opcions 1 i 2. ....	30
Il·lustració 27 – Vista en planta de la opció 3. ....	31
Il·lustració 28 – Comparativa entre la opció 1 i 3. ....	32
Il·lustració 29 – Dimensionament magatzem material de compra ....	34
Il·lustració 30 – Dimensionament magatzem WIP. ....	35
Il·lustració 31 – Dimensionament magatzem PA. ....	36
Il·lustració 32 – Lay-out estanteries projecte SE-270. ....	37
Il·lustració 33 – Lay-out estanteries projecte SE-216. ....	38
Il·lustració 34– Pla d'accions planificades per tal de realitzar el Lay-out. ....	39
Il·lustració 35 – Cronologia del pla d'accions. ....	40

## 1. Context:

### 1.1 Presentació Corporativa:

Gedia Group és una empresa de nacionalitat Alemana, que inicialment es dedicava a la fabricació de joies abans d'introduir-se en components per aparells per rentaplats el 1925. No obstant, a partir de llavors l'empresa va anar evolucionant fins que el 1950, va endinsar-se en el món de la fabricació de manguetes de plàstic i simultàniament a fabricar peces premsades, estampades i estirades, especialment per a la producció de l'automoció, sector del qual centraria tot el seu interès. Finalment, el 2003 Gedia Group va decidir vendre la seva principal divisió, amb la finalitat de centrant-se en el desenvolupament de tecnologies lleugeres del automòbil i components del xassís.



*Il·lustració 1 - Imatge aèria de la seu a Attendorn, Alemanya.*

Actualment, Gedia es dedica a la producció de peces estructurals i conjunts per a carrosseries, és per això que disposa de tecnologies d'estampació en fred i estampació en calent en algunes filials del grup. Per altra banda, també disposa de tecnologies d'unió com són les de soldadura per resistència: soldadura per projecció, soldadura per punts, soldadura per descarrega de condensadors; soldadura d'arc metàl·lic per gas: MAG (gas metàl·lic actiu) i MIG (gas metàl·lic inert); soldadura de cargolaria; soldadura per làser; aplicacions d'unió i segellat i finalment tecnologia per a la creació de reblats.

El Grup Gedia – Gebrüder Dingerkus GmbH – es troba present a Alemanya, Espanya (Santa Margarida), Polònia (Nowa Sól), Hongria, Mèxic, EUA (Michigan) i Xina, dels quals la seva seu central es troba a Attendorn, Alemanya. En total, totes aquestes filials aconseguixen una facturació anual de 480 milions € i dona feina a més de 3.500 empleats.

Pel que fa els clients de Gedia són els principals fabricants de vehicles a nivell mundial com: FORD - AUDI - BMW - MINI - VW - GM - OPEL - VOLVO - PORSCHE - KARMANN - SCANIA - FIAT - SUZUKI - SKODA - PSA CASA MATRIZ GEDIA GEBRÜDER DINGERKUS GMBH.



Il·lustració 2 – Imatge aèria de Gedia España S.L.

Gedia España S.L. és una companyia del grup alemany Gebrüder Dingerkus GmbH, fundat l'any 1998 i es troba a Santa Margarida i els Monjos.

L'empresa conta amb 56.000 m<sup>2</sup> per a la realització de tota la seva activitat productiva i més de 250 empleats, per aconseguir els millors resultats en tots els processos, des de la creació de matrius per les premses, fins a l'espai d'emmagatzematge per a

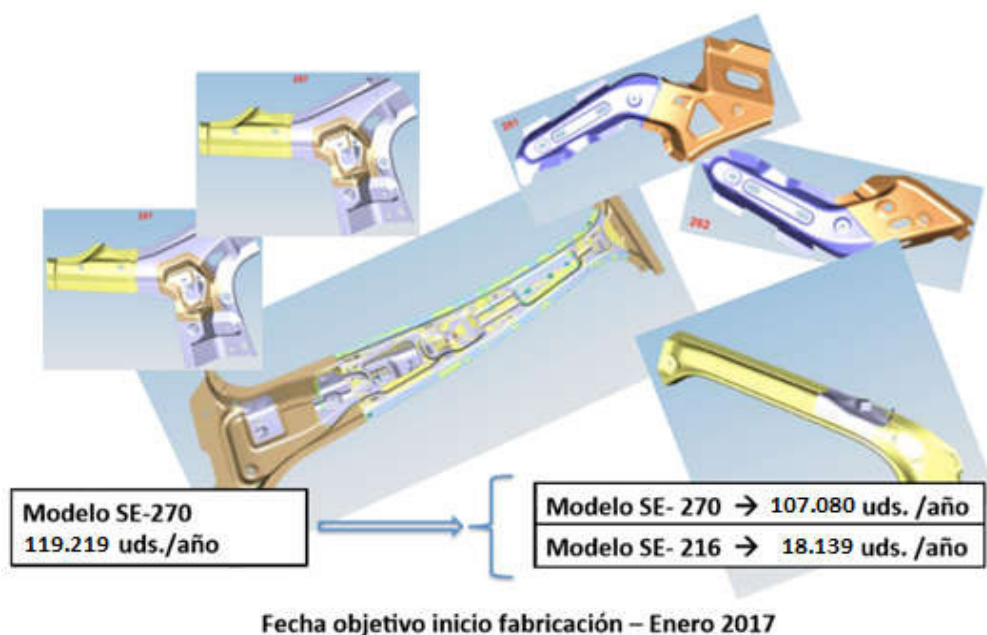
l'exportació del seu producte acabat.

Gedia disposa de 7 premses per a l'estampació en fred, amb un sistema de bobinatge d'auto-alimentació i un conjunt de 30 soldadures, en les quals, n'hi ha que són especialitzades per a la producció d'un client en concret i d'altres que són funcionals, on els sistemes de soldadura més habituals són els de soldadura per projecció, soldadura per punts i soldadura per descarrega de condensadors.

El sistema d'administració que té l'empresa Gedia España S.L. a l'hora d'acceptar els projectes ve donat directament des de la seu d'Alemanya. No obstant això, actualment Gedia España S.L. ha donat un gran pas, atès que té la possibilitat d'administrar els seus propis projectes i arrelar-se més en l'ampli mercat nacional dels quals SEAT és el primer projecte.

## 1.2 Projecte SE-270 i SE-216:

SE-270 i SE-216 són els primers projectes de Gedia España S.L. per part de SEAT amb data d'inici del Gener del 2017. Aquests projectes consten de la fabricació del Pilar B, Pilars C superior i inferior i del canal d'aigües.



Il·lustració 3 - Presentació de les peces i quantitats del projecte de SEAT.

Pel que fa les peces, es donen a terme a dos models de cotxes, el SE-270 amb el nou SEAT Ibiza i el SE-216 amb el nou SUV de SEAT. Disposa d'un conjunt total de 16 peces, tenint en compte que cada peça consta de dos mans, banda dreta i banda esquerra del cotxe.

Tanmateix, l'impacte que causa aquests dos projectes és l'increment de càrrega de treball de les premses i soldadures i també l'increment en l'espai de nova maquinària i d'emmagatzematge.

En primer lloc, pel que fa a la producció suposarà un 15% d'increment en la càrrega de treball en premses i un 22% en la càrrega de treball en soldadures, ja que a més a més dels projectes ja consolidats, s'incorporaran la fabricació de noves peces.

En segon lloc, es necessitarà la introducció d'una nova maquinària en el seu procés de producció anomenat *flexicell*, que consisteix en un tipus de soldadura específica de SEAT encarregada d'ajuntar tots els sub-components per tal d'extreure la peça final. Aquesta introducció de maquinària nova, tindrà un impacte en l'espai de la fabrica, ja que s'haurà de buscar dins dels límits de l'espai la distribució que s'adapti millor.

I finalment, l'emmagatzematge de la matèria prima o material de compra, els productes WIP (*work in process*) que serà tot el material que sortirà d'estampació i esperarà per ser processat en la cèl·lula flexible (*flexicell*) que li correspongui, i el material de sortida o exportació a SEAT. En aquest punt, s'haurà de veure si el magatzem de Gedia té prou capacitat per emmagatzemar les quantitats de peces setmanals que el projecte requereix.

És molt important que la implementació que és farà d'aquests projectes sigui flexible, rígida i duradora, ja que la vida d'aquests projectes serà d'uns 7 anys aproximadament, amb la qual cosa, no és un projecte a curt termini, sinó que donarà molta feina i llocs de treball durant bastants anys a l'empresa Gedia España S.L i que haurà de viure juntament amb els projectes que ja es duen a terme dintre de l'empresa, però també que ha de deixar pas a nous projectes com pot ser la nova línia de fabricació que ja s'està duent a terme per OPEL.

## 2. Situació inicial

### 2.1 Requisits del projecte :

Un cop acceptats els projectes SE-270 i SE-216, s'ha de veure quins requisits té SEAT per a l'empresa de cara a la producció de les peces del Pilar B, Pilars C superior e inferior i Canal d'aigües.

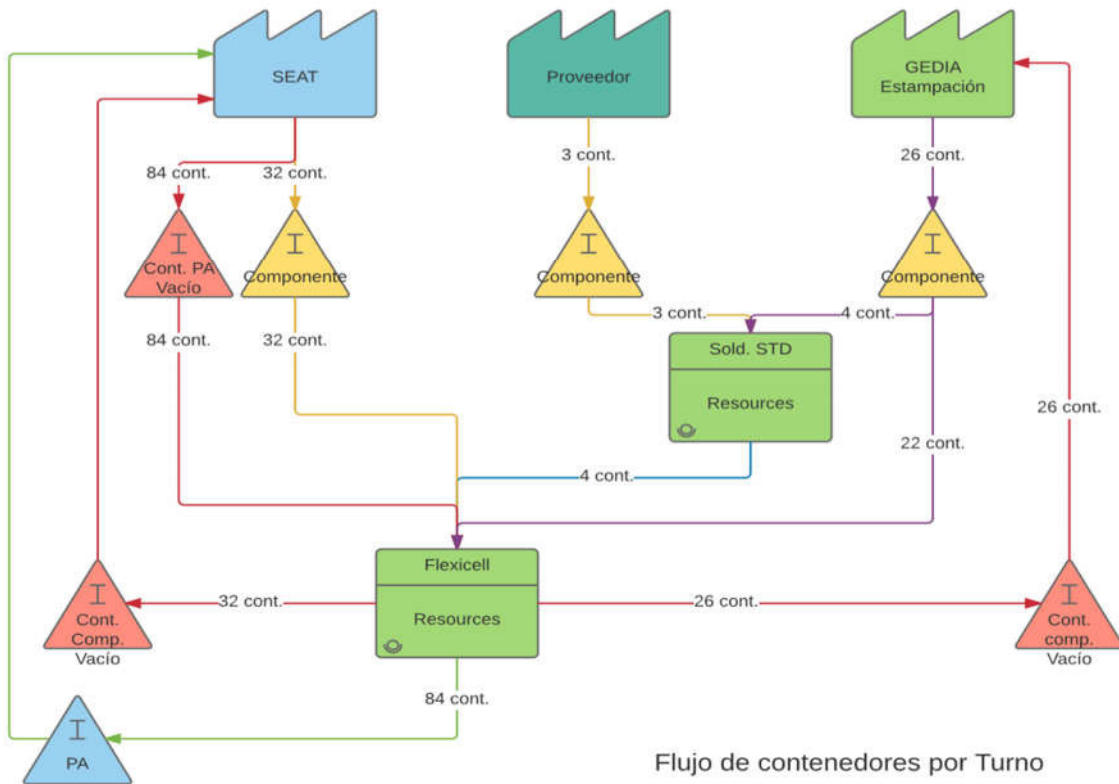
Primer de tot, SEAT passa les dades de quantitats de producció anuals per al projecte SE-270 → 107.080 unitats de cotxes i per al projecte SE-216 → 18.139 unitats de cotxes, amb una variabilitat en la demanda d'un 15%. Això significa que SEAT pot demanar un 15% més o menys sobre la xifra establerta anteriorment. (Aquesta és una pràctica bastant habitual en totes les marques de cotxes, depenent de la sortida que tingui el model).

Pel que fa al subministrament i exportació del producte, SEAT ha determinat que Gedia tingui 3 dies de stock de components subministrats per ells i que facin 2 entregues setmanals i 4 dies de



stock producte acabat (PA) (1 dia de WIP (*work in process*) + 2 dies de stock de seguretat + 1 dia de stock SEAT).

La producció anual està pactada amb 240 dies hàbils laborables. Per una banda, les soldadores estàndards tindran un OEE del 80% i per altra banda, les soldadores *flexicell* un OEE del 85%.



Il·lustració 4 – Diagrama de flux de contenidors per torn.

El OEE (*Overall Equipment Efficiency* o Eficiència General dels Equips) és un indicador que mesura l'eficàcia de la maquinària industrial, i que s'utilitza com una eina clau dintre de la cultura de millora continua. És capaç d'indicar, mitjançant percentatges, l'eficiència real de qualsevol procés productiu.

Com es calcularia el OEE?

El OEE es calcularia mitjançant 3 factors percentuals que serien: la Disponibilitat, el Rendiment i la Qualitat.

$$\text{OEE} = (\text{Disponibilitat} * \text{Rendiment} * \text{Qualitat}) * 100$$

$$\text{Disponibilitat} = \frac{\text{T.O.}}{\text{T.P.O.}} * 100 = \frac{\text{T.P.O.} - \text{parades} \frac{i}{o} \text{ averies}}{\text{T. total de treball} - \text{T. parades planificades}}$$

$$\text{Rendiment} = \frac{\text{Temps de cicle ideal}}{(\text{Temps d'operació}/\text{N}^{\circ} \text{ total d'unitats})}$$

$$\text{Qualitat} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ d'unitats conformes}}{\text{N}^{\circ} \text{ d'unitats totals}}$$

El valor que resulti del càlcul del OEE permet classificar una o més línies de producció, o de tota la planta, respecte a les millors de la seva classe y que ja ha arribat al seu nivell d'excel·lència.

OEE ≤ 65% → Inacceptable. Importants pèrdues. Baixa competitivitat.

65% < OEE ≤ 75% → Regular. Acceptable només si esta en procés de millora. Pèrdues econòmiques. Baixa competitivitat.

75% < OEE ≤ 85% → Acceptable. Continuar la millora per superar el 85%. Lleures pèrdues econòmiques. Competitivitat lleugerament baixa.

85% < OEE ≤ 95% → Bona. Entra en Valors World Class. Bona competitivitat

OEE > 95% → Excel·lència. Valors World Class. Excel·lent competitivitat.



Il·lustració 5 – Càlcul gràfic OEE

Això és un factor clau, per poder identificar i corregir possibles ineficiències que s'originin durant el procés de fabricació.

La correcta implementació d'un sistema OEE repercuteix directament en el rendiment que s'obtindrà del procés de manufactura.

## 2.2 Distribució de l'empresa:

Pel que fa a la distribució de Gedia, conta amb diferents naus, cada una especialitzada en un procés de tal forma que permet un millor desenvolupament dels seus productes.

Seguint l'ordre de producció, en primer lloc es troba la nau 2, que es troba dividida en dues parts, la nau de Matriceria i CME on s'encarreguen de crear, rectificar i fer el manteniment a les matrius que posteriorment serviran per la creació de les peces, després, just al costat trobem la nau de premses, on Gedia España S.L. disposa de 7 premses de diferents mides (per ordre d'esquerra a dreta serien: MW630T, MW400T, Arisa 2, Arisa 3, Arisa 4, MW1100T i la MW1100T Servo) per a la realització de l'estampació en fred de totes les peces encarregades per client i que a més a més, aquesta nau disposa d'una entrada de matèria prima que és la utilitzada en les premses per a la realització de l'estampació, aquesta entrada de matèria prima esta pensada per que així el recorregut fins al seu espai de magatzem és mínim, aquest espai de magatzem de bobines es troba al darrera de les premses, entre matriceria i premses.

En segon lloc, es localitzen, les soldadores i cèl·lules flexibles o *flexicells*, la cèl·lula flexible és una màquina que realitza diferents processos de soldadura, la peça base s'incorpora a la *flexicell* i ella va soldant els components que han d'anar soldats a aquesta peça mitjançant diverses operacions, aquestes màquines permeten un gran estalvi d'espai a l'empresa ja que fan la feina de diferents soldadores de planta. Tan les soldadores com les *flexicells*, es troben repartides entre la nau tres i quatre, aquestes naus també disposen d'espai de magatzem per la matèria processada, que ve d'estampació i inclús, també s'emmagatzema material de compra que no ha de ser processat a premses però que necessita d'algun procés de soldadura, en el cas del projecte SE-270 o SE-216, tan les soldadores com les *flexicells* encarregades de soldar els components de compra i el material estampat, es troba a la nau tres, juntament amb el seu espai d'emmagatzematge de material de compra, WIP i producte acabat. Aquesta disposició està feta ja que la nau tres disposa d'entrada de material de compra i de sortida de producte acabat, d'aquesta manera s'estalvia al màxim el recorregut dels subproductes o productes acabats per la fàbrica.

En tercer lloc, la nau cinc, on es realitzen les feines de magatzem d'estoc i també on es pesa el material d'expedició.

I finalment, la nau ú, aquesta nau és un magatzem de projectes obsolets i també fa la funció de deixalleria de totes aquelles peces que no han sortit be, això vol dir que tots els projectes que han arribat al final de la seva vida, s'emmagatzema en aquesta nau, per si de cas és pugues reutilitza els útils, són guardats. Pel que fa a totes les peces que no han sortit be, una empresa ve a recollir aquestes peces per fondre-les i tornar a donar una altre vida útil enlloc de llençar-les a un abocador i col·laborar amb la destrucció del medi ambient.



Il·lustració 6 – Pla en colors de l'empresa vist en planta, assenyalant a que correspon cada nau.

## 2.3 El procés productiu

Per a la producció d'aquest projecte, Gedia España S.L. s'ha enfrontat a diverses adversitats. Per començar, dir que l'empresa està situada a la posició 1848 a nivell nacional, especificant una mica més, per ser concret en la província de Barcelona, Gedia està a la posició 349 i sectorialment està a la posició 3. Amb la qual cosa, Gedia no és la única empresa capaç per a la producció d'aquests dos projectes i a lo millor, hi ha empreses més properes.

Pel que fa el reptes específics interns que ha hagut d'enfrontar-se l'empresa, són una conseqüència de moviments i de rectificacions que s'han hagut de fer per tal de permetre la col·locació de la nova maquinària i també, per què no, la seguretat del personal de l'empresa.

Començarem parlant de la capacitat de l'espai a premses per la matèria prima (MP) i de les matrius que s'utilitzaran per el processat de les peces. Pel que fa al flux que seguirà el material dins de l'empresa, també s'ha de dir que les tecnologies no estan agrupades, amb la qual cosa, tot el material haurà de ser transportat d'una maquinària a l'altre, tot i així s'ha mirat que hi hagi el mínim moviment de material dins de l'empresa. Al requerir de maquinària nova per al procés de soldadura, poden sorgir problemes com el que es dona a la fabrica de Gedia, el robot 10 ocupa més espai que el que ocupava la *flexicell* que hi havia abans, això comporta un desplaçament del passadís per al personal de planta que no es desplaça mitjançant toros, i que a la mateixa hora s'ha de repintar el terra i això comporta una disminució de l'espai del magatzem de material de compra i producte acabat. Tanmateix al introduir maquinària nova s'ha hagut de reubicar els panells UPA i buscar lloc i capacitat per a dos UPAs noves. Afegir que tota aquesta maquinària nova, necessitarà d'una instal·lació elèctrica, aigua i AC amb la qual cosa, manteniment haurà de fer una xarxa de subministrament per a aquestes màquines de soldadura noves. I finalment dir que, tot els canvis que requereix aquest nou projecte de SEAT, no afecti els fluxos dels projectes restants.

Per a la realització de les peces pels projectes SE-270 i SE-216, Gedia rebrà dos tipus de materials d'entrada:

- Matèria prima o bobines, i
- Components de compra

Les bobines s'emmagatzemaran en la seva zona dins la nau dos, en canvi, el material de compra s'emmagatzemarà a la nau tres, a prop de la zona d'entrada de material de compra.

La matèria prima o bobines, seran estampades a la nau dos amb la premsa o les premses encarregades (MW400T per les referències del canal d'aigües, Arisa 3 per les referències del Pilar B i l'Arisa 2 i la MW1100T per les referències del Pilar C). Un cop els components hagin sigut estampats, seran transportats amb toros a la zona de la nau tres destinada per a les peces de WIP, WIP significa "work in procés" és tot aquell material que no és entrada ni sortida, en aquest cas, són totes les peces que han sigut estampades i que després necessiten d'un procés de soldadura.

La matèria prima serà processada mitjançant les premses d'estampació en fred, mètode dels més utilitzats en empreses d'estampació, emprant unes matrius rígides que juntament amb el sistema d'auto-alimentació de bobina ajuda que la premsa vagi produint de forma autònoma.

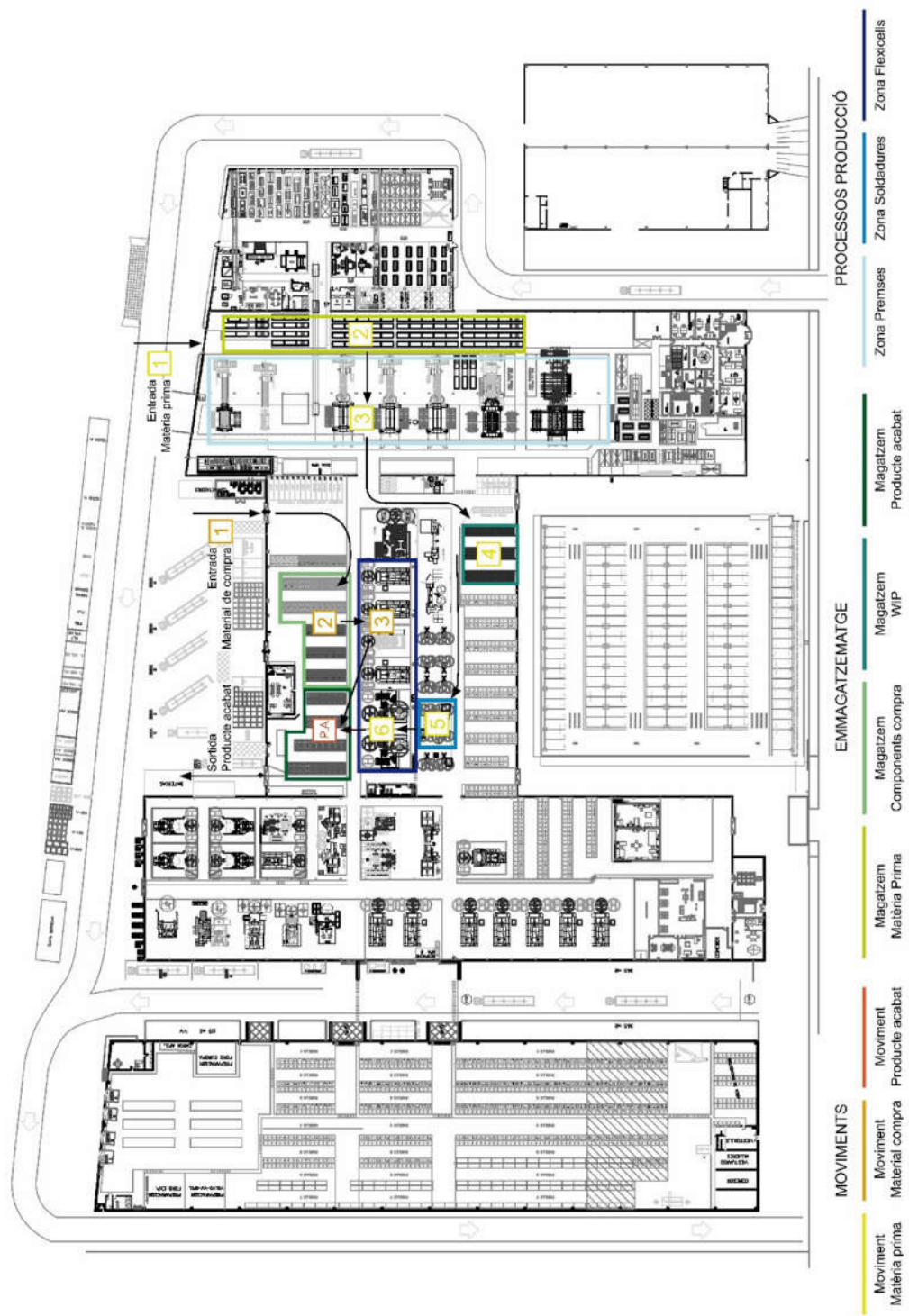
Evidentment, Gedia té una nau dedicada a la creació i manteniment d'aquestes matrius, ja que al funcionar a base de cops per a la deformació i cisallament de xapes d'acer, aquestes tenen un desgast, amb la qual cosa, també s'ha de controlar la qualitat de les peces al Laboratori Intern on es realitzen els assaigs pertinents per a cada peça, sobretot es controlen les peces dimensionalment, d'aquesta forma, també es pot veure aquest desgast que s'ha esmentat anteriorment.

Seguidament a la nau tres, zona de la fàbrica on es troben les soldadores de components i les *flexicells* encarregades de soldar els components per extreure'n el producte acabat (PA), es soldaran els cargols a les peces que convingui i mitjançant una cinta transportadora es deixaran tots els components al voltant de la *flexicell* per que l'operari vagi seguint el procés de soldadura de la màquina i extreure la peça acabada.

Finalment, les peces acabades o PA, s'emmagatzemaran a la mateixa nau 3, tant a prop com sigui possible de la sortida de material i a ser possible també de les cèl·lules flexibles encarregades de fer l'últim pas i estalviar molt de recorregut a les peces i un cop finalitzat tota la seva vida a Gedia ser exportades cap a SEAT.

A continuació en la figura 2.3. es mostra gràficament tot el contingut explicat en aquest punt per tal de fer més fàcil l'entesa de tots els moviments, entrades i sortides del material i zones de magatzem.





Il·lustració 7 – Pla de l’empresa en planta, mostra el flux del material de compra i bobines fins a arribar a producte acabat.

### 3. Objectius

Aquests 3 escenaris han estat pensats de forma que, al ser un projecte de llarga durada (8 anys), no pot ocupar un espai qualsevol i seguir un flux a l'atzar, ha d'esta plantejat de forma que l'espai que ocupi, ja que no es vol invertir en ampliació de l'empresa per que un dels objectius serà minimitzar els costos de tot el projecte i l'espai que hi ha disponible, es suficient per poder adaptar les instal·lacions per conviure amb els projectes ja consolidats de l'empresa, no obstant, sense oblidar de treure el màxim rendiment dins de les limitacions de la mateixa fàbrica.

Per aquest motiu s'han triat els següents objectius:

1. Plantejament de 3 escenaris possibles diferents.
  - Opció 1 en que tot el procés de fabricació s'utilitza la nau 4.
  - Opció 2 on tot el procés és desenvolupa a la nau 3, i
  - Opció 3 que es una millora de l'opció 2, ja que es més optima que l'opció 1.
2. Anàlisi dels escenaris mitjançant els paràmetres que afecten als costos de fabricació:
  - Distància recorreguda de tots els materials durant el procés.
  - Coherència amb el flux global de la planta.
  - Optimització de la superfície ocupada.
  - Minimització de l'estoc necessari.
  - Validant capacitat productiva sense hores suplementaries.
  - Costos d'adequació de les instal·lacions generals i de l'edificació.
  - Cost de compra d'estanteries.
  - Adequació de contenidors.
3. Comparativa dels diferents escenaris mitjançant els paràmetres que afecten als costos de fabricació.



## 4. Como ho aconseguirem (Pla proposat)

Tenint en compte la ubicació de cada procés i de l'estructura de l'empresa, s'han ideat 3 propostes que són les més òptimes i adequades a l'espai per tal de que tot el procés sigui més àgil i ràpid.

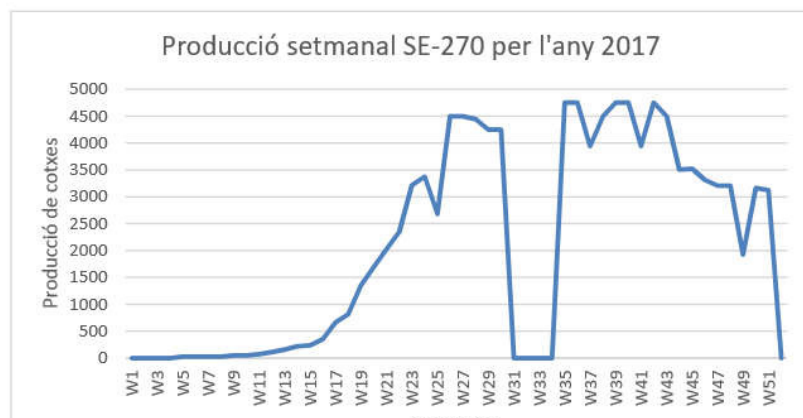
Per poder comparar quin dels 3 processos és el més adequat, s'ha fet el *Value Stream Map* general i el *Spaguetti diagram* i la comparativa en metres de cada opció.

Les condicions de l'empresa que s'han hagut de tindre en compte a l'hora de dissenyar l'*Spaguetti Diagram* i el VSM han sigut:

- L'emmagatzematge en estanteries dinàmiques, per compactar l'estoc d'entrada i d'entremig, per evitar moviments innecessaris i afavorint el FIFO.
- Elevadors estàtics per garantir les normes internes d'ergonomia.
- Alimentació *Flexicells* frontal, evitant al màxim l'ús de KLT per evitar moviments de peces manualment o increment del cost d'estampació.
- Procés previst a la *Flexicell* Pilar B desacoblat. Possibilitat de treballar en *Kanban* visual.
- Lots d'estampació setmanals de producció demanda soldadures.

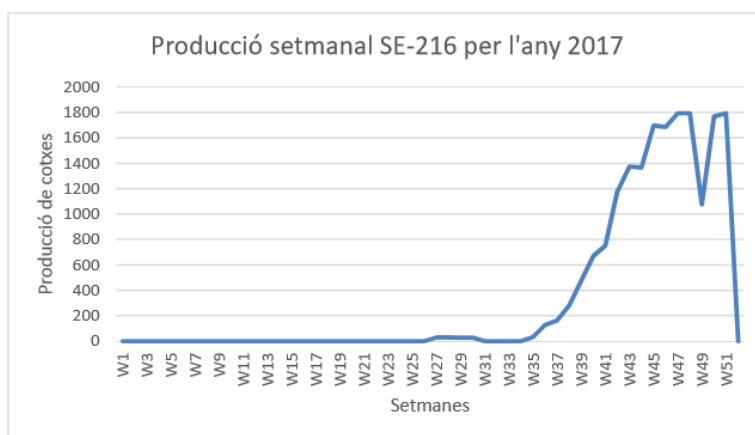
### 4.1. Estudi de la demanda

El primer que es rep de SEAT amb temes de producció, és la demanda setmanal que espera tenir SEAT pel 2017, com es pot observar en el gràfic, el primer mes, no hi ha producció. Això es deu a que les marques sempre acostumen a deixar un mes de marge als proveïdors per acabar d'ajustar la maquinaria perquè les peces surtin al màxim nivell possible. Seguidament podem veure com la producció és molt baixa. Aquesta producció baixa es deu a que els clients deixen temps, en aquest cas a Gedia, per que assenti el projecte. Un cop assentat el projecte ja s'observa una pujada de la demanda per par de SEAT que arriba a les 3500 unitats setmanals aproximadament. I finalment, un cop ja assolida la absorció del projecte SE-270, s'arriba al màxim de demanda que espera tenir SEAT que és aproximadament d'entre 4500 i 5000 unitats a la setmana. No obstant, la baixada de producció de les setmanes 31 a la 35, s'explica perquè coincideix amb les festes de nadal amb la qual cosa, SEAT té les seves instal·lacions tancades i per tant, no produeix en aquelles setmanes.



Il·lustració 8 – Gràfic de la producció anual del projecte SE-270 per setmanes.

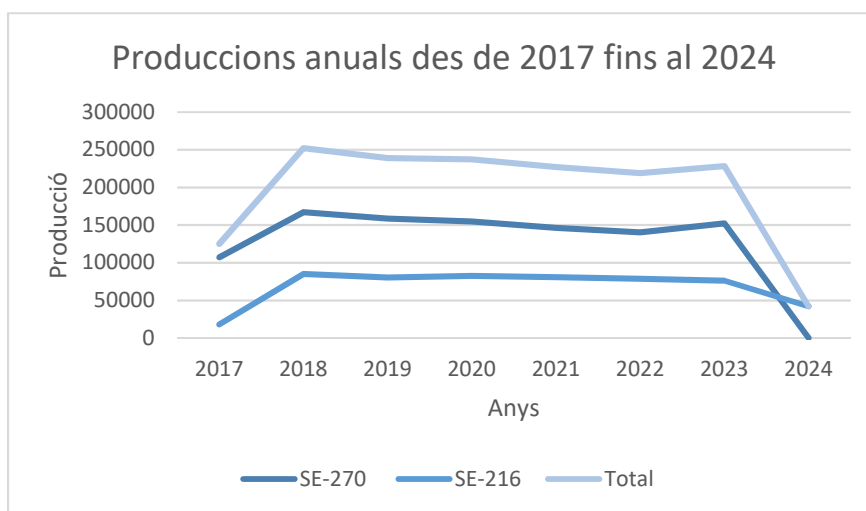
Paral·lelament, es fabricarà el projecte SE-216, que es correspon amb el nou SUV de SEAT, per aquest projecte com és pot observar, a part de tindre una producció més baixa, aparentment perquè no esperen tindre tantes ventes com amb el projecte SE-270 (que fa referencia al nou SEAT Ibiza), podem veure com segueix una estructura semblant. Primerament hi ha molt poca demanda per assentar el projecte, seguidament un increment gradual de la demanda i finalment un cop assolit el nivell de ventes, un màxim de demanda que està a les 1800 unitats aproximadament en aquest cas.



Il·lustració 9 – Gràfic de la producció anual del projecte SE-216 per setmanes.

En conclusió, el que s'extreu de les figures 4.1. i 4.2. és que tant el projecte SE-270 del SEAT Ibiza, com el projecte SE-216 del SUV de SEAT, la demanda d'aquests dos projectes són irregulars, per tant, això vol dir que no totes les setmanes, la demanda no és la mateixa i hi haurà fluctuació entre setmanes.

Com s'ha esmentat en anterioritat, la vida d'aquest projecte a la fàbrica de Gedia España S.L. es de 8 anys, per tan, a la figura 4.3. es mostra les produccions anuals de tota la vida del projecte.



Il·lustració 10 – Produccions anuals des del 2017 fins al 2024

El que s'extrau del gràfic és que tot i que la produccions setmanals del 2017 tenen una fluctuació molt marcada, en el cas de la variació entre anys no ho es tant, amb la qual cosa les demandes anuals, són més estables. El que també se'n pot veure es que la producció màxima es donarà el 2018 i que a partir d'aquell any anirà disminuint fins a arribar al seu mínim al 2024. Observar que al 2023 hi ha una empenta del projecte ja que en comparació amb el 2022, la demanda te una petita pujada.

En aquest gràfic es mostra la importància del projecte SE-270 i SE-216 ja que les quantitats de les peces exceptuant el primer i últim any, les produccions varien al voltant de les 250.000 unitats, la qual cosa donarà molta feina a Gedia durant aquests 8 anys.

## 4.2 Estudi del procés de fabricació

Per començar a construir els ciments d'aquest *lay-out*, es necessitarà un dels fonaments més bàsics i habituals en els sistemes *Lean Management*, el *takt time*. El *takt time* mostra les cadències que té un producte a l'hora de ser produït de forma que satisfaci a les demandes que té el client pel que es treballa.

Això significa que si s'ha de produir una peça en 40 segons per exemple, la suma de tots els processos que aquesta peça requereixi, en el nostre cas, estampació i soldadura els components que ho necessitin i el procés final que el realitza la cèl·lula flexible (*flexicell*), no podrà superar ni ser molt inferior aquests 40 segons, que han sigut donats pel càlcul del *takt time*.

Què passaria si aquesta suma de temps de cicle fossin superior o inferior al valor del *takt time*? Si el temps de fabricació fos superior al *takt time*, això suposaria que s'està fabricant a un ritme inferior a la necessitat que té el client, amb la qual cosa, és necessari detectar la màquina o màquines que fan de "cuello de botella" i d'aquesta manera solucionar el problema. D'altra banda, si el temps de fabricació fos molt inferior al *takt time*, això suposaria un malbaratament del temps, ja que tindriem maquinària parada, amb la qual cosa se li hauria de buscar una altra funció durant aquell temps que està en desús. En conclusió, com més aproximat sigui el temps de fabricació de la peça amb el *takt time* (això sí, aproximat per sota, mai per sobre), es traurà més rendiment a tot el procés.

Per calcular el *takt time*, es fa a partir del temps disponible de producció, expressat en segons i dividit per la demanda anual de client. Pel temps disponible de producció, s'ha decidit utilitzar només 1 torn al dia, i el període de temps (diari, setmanal o anual) s'ha escollit treballar anualment.

Com s'ha calculat el *takt time* del projecte SE-270 i SE-216 a Gedia ?

**Demanda:** 144.002 unitats

**Dies:** 240 dies hàbils/any

**Torns:** 1 torn/dia

**Hores hàbils:** 8 hores/dia, normalment les hores hàbils són inferiors a les 8 h , però s'ha decidit utilitzar relleus per tal de no perdre temps a les estones de descans i canvi de torn amb la qual cosa, s'aprofita al màxim el temps per cada torn.

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{temps disponible}}{\text{demanda}} = \frac{(240 \text{ d} * 8 \text{ h/d}) * 3600 \text{ s/h}}{144.002 \text{ unitats}} = 48 \text{ segons/unitat}$$

Veient el resultat del càlcul del *takt time*, es veu que la suma de totes les operacions que es faran per a la producció del projecte SE-270 ha de ser igual o inferior a 48 segons per unitat. Per tant, la producció dels Pilar B, Pilars C superior e inferior i del Canal d'aigües hauran de ser tant semblants com pugui ser al *takt time* per tal de ser capaços de complir amb les expectatives de SEAT.

#### 4.3. Obtenció del *Value Stream Map* (VSM)

Una altra eina molt potent per a l'anàlisi de processos és el *Value Stream Map* (VSM). El *Value Stream Map* o mapa de la cadena de valors es defineix com a una eina que ens permet relacionar totes les activitats que aporten valor per a la creació d'un servei o producte, com és en el cas de Gedia. Aquesta relació es realitza creant un mapa o diagrama de la condició del procés actual detallant els passos i les seves respectives mètriques amb la finalitat de permetre ser un mètode de visualització per generar un futur pla.

S'ha de destacar que en el *Value Stream Map* s'inicia l'activitat de gestió per part dels líders de manufactura, la gestió incentiva i la millora del flux en forma continua (cada cert temps).

Aquest concepte ens ajuda a veure les activitats que agreguen valor, les que no agreguen valor al nostre procés de manufactura i a més a més les que no agreguen valor, però sí són necessàries.

Tipus d'activitats a detallar al VSM són les següents:

- Decisions: activitats necessàries per a crear un producte
- Informació: activitats de plantejament, demanda, ordres generades, etc ...
- Transformació: activitats relacionades des de la matèria prima a producte final.

Un cop definida la utilitat del *Value Stream Map*, es presenta el VSM de Gedia España S.L. on s'observa tot el moviment d'informació i material.



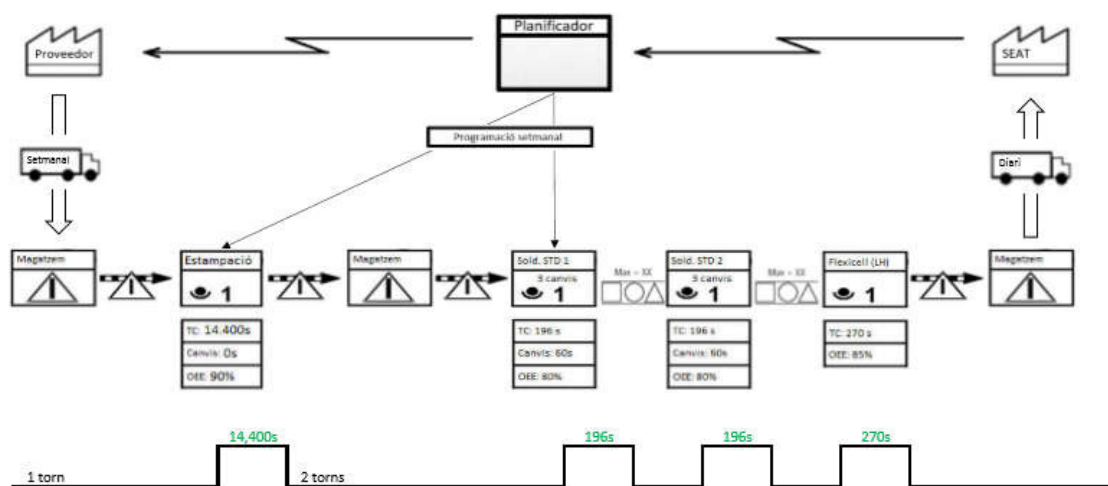
Il·lustració 11 – Creació d'un VSM

En aquest cas s'ha escollit el procés de fabricació del Pilar B ja que és el procés que té més processos intermitjos i és el més complex, amb el qual, a l'hora de veure si el procés serà capaç o no, serà el decisiu.

Es pot observar en el VSM com SEAT envia informació a Gedia sobre totes les dades que es necessitarà del projecte SE-270 i SE-216 amb temes de demanda, què es necessitarà per a la fabricació, de quines peces estan compostes cada referència, condicions d'exportació i estoc de seguretat, entre d'altres. Seguidament, Gedia s'encarrega de tramitar amb el proveïdor o proveïdors, per tal de que els hi subministri tots els components de compra que es necessita, per exemple, cargolaria i les bobines per a l'estampació. Per altra banda, els components de compra venen directament de SEAT i Gedia s'encarrega d'incorporar-los en el sistema (quan són necessari).

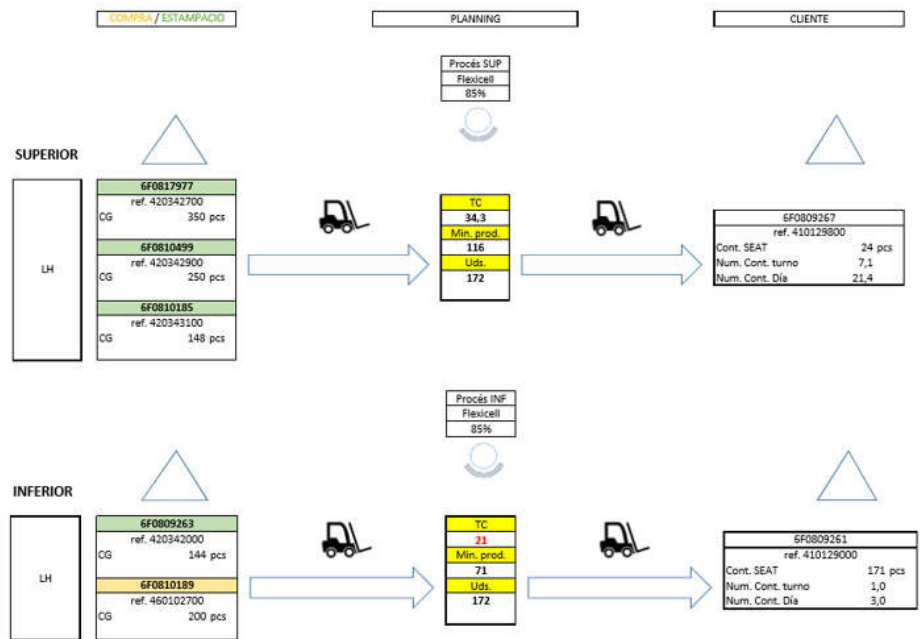
Un cop gestionat el tema de moviment d'informació i importació i exportació de material, planificació s'encarrega de donar la informació a premses i a soldadures per tal de produir i saber quin flux seguirà el material i amb la freqüència s'haurà de produir per tal de complir l'objectiu.

En el cas del Pilar B, es pot veure en el VSM com el material arriba i és emmagatzemat i després, com les bobines són processades a premses perquè siguin estampades. El següent pas que podem observar és l'emmagatzematge de les peces estampades del Pilar B juntament amb tot el material processat (WIP) de les altres referències. Seguidament es veu el transport del WIP a la zona de soldadores, on es soldaran amb els components de compra pertinents. En aquest punt, es mostra un sistema de producció en sèrie amb flux tens per tal d'estalviar recorregut als toros un cop creat el producte final, que surten de la *flexicell*. I finalment, s'observa la zona d'emmagatzematge del producte acabat i com és exportat a SEAT.



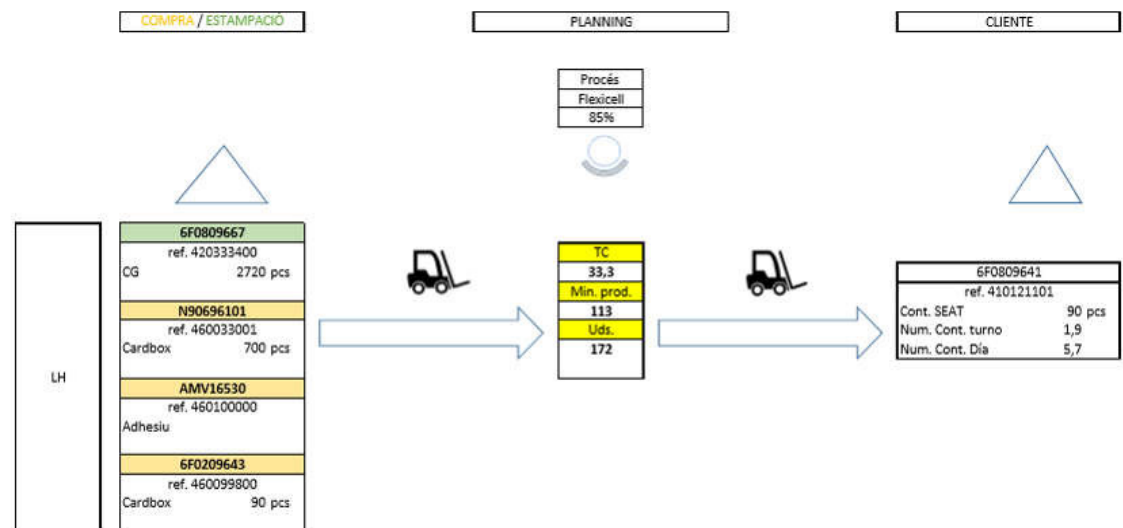
Il·lustració 12 – VSM del procés de fabricació del Pilar B





Il·lustració 14 – Diagrama de procés de fabricació del Pilar C sup. i inf. (mà esquerra)

Finalment, el diagrama de procés de fabricació al detall del Canal d'Aigües, igual que en el procés de fabricació del Pilar C, tots els components, tant de compra com estampació, s'incorporen directament a la *flexicell*, que és l'encarregada de soldar tots els components del Canal d'aigües. Una particularitat del Canal d'aigües és que una de les operacions s'injecta un adhesiu (ref. AMV16530) que s'utilitza per fixar millor la peça i també perquè no entri agua a l'interior.



Il·lustració 15 – Diagrama de procés de fabricació del Canal d'aigües (mà esquerra)

La rellevància que tenen els diagrames anteriors és que són els processos que afegeixen més valors al procés de fabricació, amb la qual cosa es mostra una mica més detalladament en què consisteix el procés de cada peça. Com es pot veure, només s'ha posat el procés de la mà esquerra del cotxe, atès que la mà dreta segueix exactament el mateix procés però amb una codificació de les referències diferent. El que s'ha d'observar amb més atenció és el temps de cicle de cada operació ja que si algun d'aquests processos, són massa lents s'haurà de buscar alguna solució per tal de que la operació "cuello de botella" deixi de ser-ho.

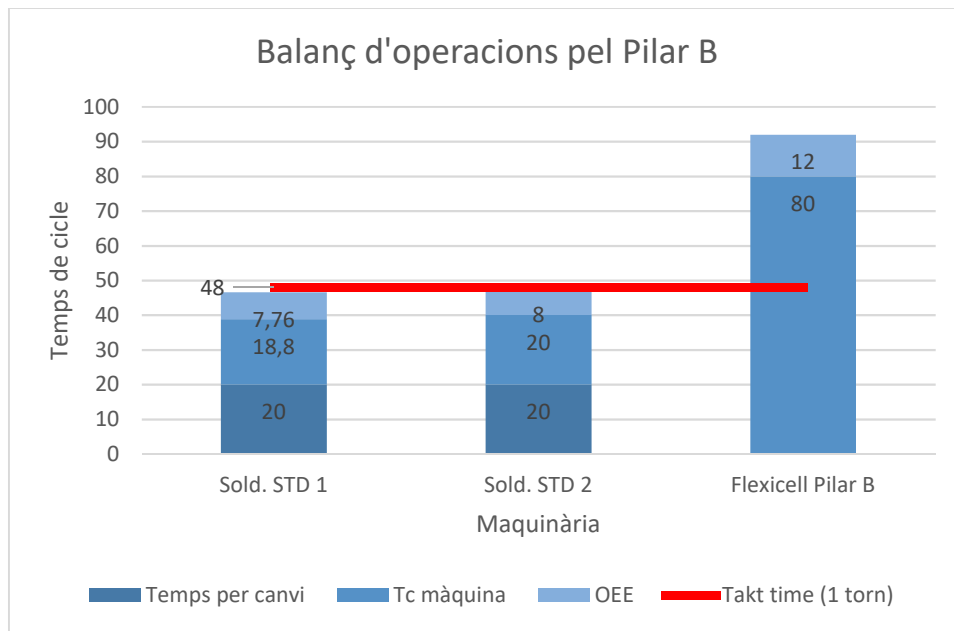
#### 4.5 Gràfic de balanç d'operacions

Un cop vist el VSM de l'empresa, donat un cop d'ull els processos de més valor de tota la cadena i tindre una idea més concreta de com es fabrica cada peça, entrem a veure el gràfic de balanç d'operacions. És una altra eina molt important dins del sistema *Lean* donat que, d'una línia de fabricació equilibrada depèn l'optimització de certes variables que afecten la productivitat d'un procés, variables com són els inventaris de producte en el procés, els temps de fabricació i les entregues parcials de producció.

L'objectiu del gràfic de balanç d'operacions correspon a igualar els temps de treball en totes les estacions, com es va esmentar en el *takt time*, la clau és que tots els temps de cicle no es passin ni es quedin massa curts en relació al *takt time*. Aquest gràfic també serveix per evitar que els treballadors tinguin la feina repartida, que alguns no tinguin molta feina i d'altres no tanta i per tant que no estiguin desocupats. I remarcar amb important rellevància, que cada cop que el *takt time* canvia, el gràfic de balanç d'operacions s'ha de tornar a fer.

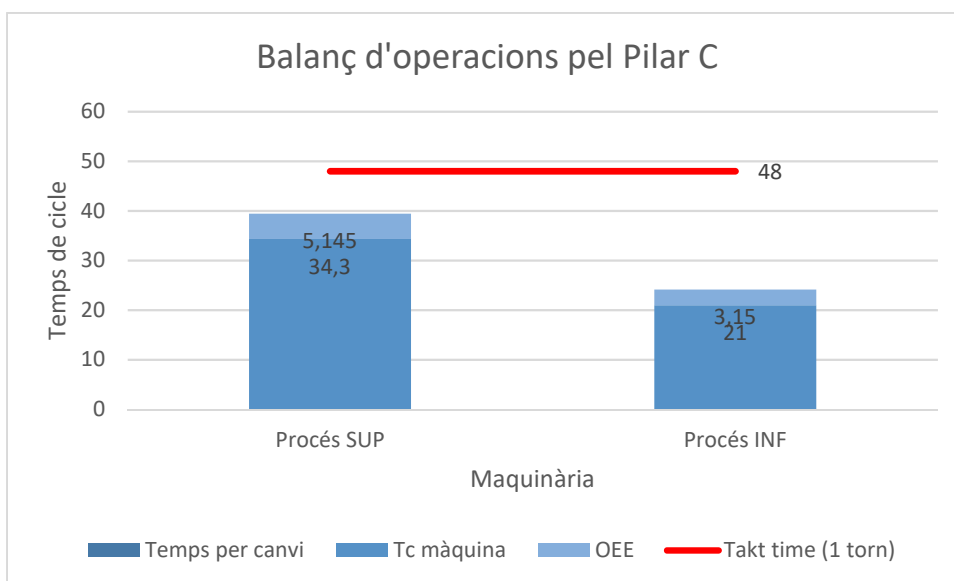
En el primer gràfic (figura 4.9.) s'observa el balanç d'operacions per a la producció del Pilar B, les columnes estan formades pels temps de canvi de maquinària, el temps de cicle de l'operació de soldadura i el OEE de la màquina, per tant, la pèrdua de temps. Com podem observar el procés de soldadura, estan per sota del *takt time*, però al límit. L'operació que realitza la soldadura STD 1 va a un 97% de temps en relació al *takt time*, amb la qual cosa queda un 3% per arribar a igualar-lo, seguidament, trobem la soldadura STD 2, que funciona al 100% del *takt time* i per tant no té marge de maniobra, ja que una de les peces que es solden a la Sold. STD 2 tarden més que en la Sold. STD 1. El problema el trobem amb la cèl·lula flexible del Pilar B, que funciona a un 191,67% aproximadament, amb la qual cosa s'ha de trobar una solució ja que si el procés continués així, seria impossible complir les expectatives de SEAT. Com a conseqüència, les solucions que optariem serien: implementar la producció un torn més o fer una inversió i comprar una *flexicell* nova per tal de repartir la feina i llavors igualar el temps de cicle de la *flexicell* amb els temps de cicle de les soldadures STD 1 i 2, i per tant d'aquesta forma reduir el temps de cicle fins a estar dintre dels límits.





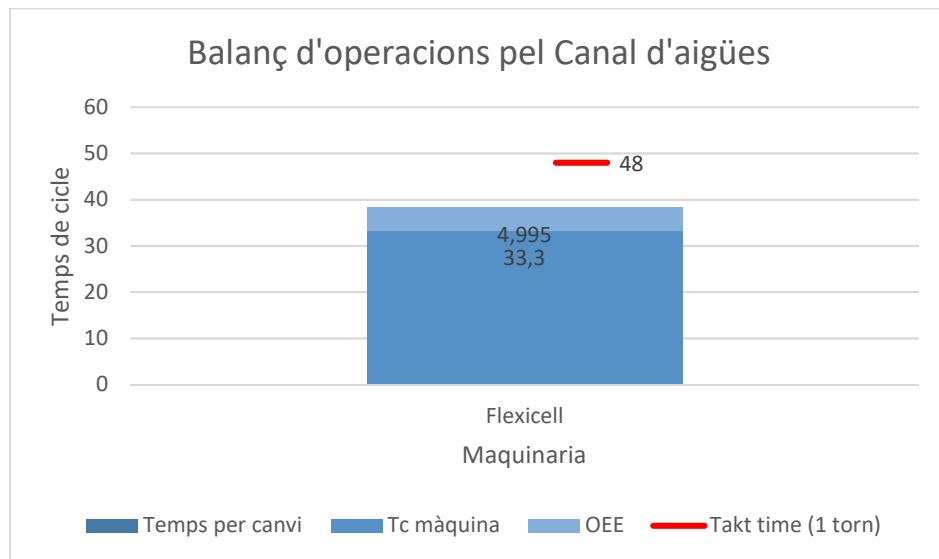
Il·lustració 16 – Gràfic de balanç del Pilar B

El segon gràfic de balanç d'operacions (figura 4.10.) fa referencia al procés de fabricació del Pilar C superior i inferior. Com es pot observar a simple vista, els dos processos, no superen el *takt time* dels 48 segons per unitat, tot i així podem observar com en el Pilar C inferior és molt inferior que el Pilar C superior, amb la qual cosa s'haurà de busca una altre ocupació. També es pot veure a simple vista, que aquest gràfic no compte amb la presència de temps de canvi perquè totes les operacions es realitzen a la cèl·lula flexible encarregada de soldar els Pilars C. El Pilar C superior va a un 82,18%, per tant li queda un 17,7% per arribar a la duració màxima coincidint amb el *takt time*. Per altre banda, el proces del Pilar C inferior, va només a un 50,31%, és el procés més ràpid de totes les operacions fetes per a SEAT.



Il·lustració 17 – Gràfic de balanç del Pilar C

Per últim és mostra el gràfic de balanç d'operacions per a la fabricació del Canal d'Aigües (figura 4.11.), igual que en el cas del Pilar C, en aquest gràfic, només s'observen el temps de cicle de la operació i el OEE, o pèrdues de la màquina, especificat pel seu proveïdor. L'operació que realitza la *flexicell* del canal d'aigües, és d'un 79,8% aproximadament. Aquest procés podem observar que es troba al límit del marge, atès que si la suma del temps de cicle i el OEE disminuís, tindríem la màquina excessivament en desús.



Il·lustració 18 – Gràfic de balanç del Canal d'Aigües

#### 4.6 Proposta de Lay-Out

La disposició o Lay-out consisteix en la ubicació dels diferents sectors o departaments en una fàbrica o instal·lacions de serveis, així com els equips que hi ha dintre d'ells.

El propòsit perseguit amb l'anàlisi del Lay-out és una assignatura òptima de l'espai de la planta en funció dels recursos utilitzats.

La ubicació dels recursos i la seva interacció serà una decisió de vital importància per a l'èxit del Sistema de Producció. Aquest anàlisi és deu no solament considerar aspectes econòmics o tècnics, sinó també humans, donat que són les persones les que porten a terme el procés de producció.

L'espai a vegades es converteix en una restricció per al desenvolupament dels processos en un Sistema de Producció. Per això és planteja la necessitat d'integrar en un mateix anàlisi els recorreguts de cada part del procés de producció, de del moment en que entra la matèria prima fins la expedició del producte acabat, amb el propòsit d'aconseguir que aquesta circulació resulti eficient i econòmica.

Els objectius que es prenen aconseguir amb el Lay-out, són els següents:

- Minimitzar el cost de manipulació de materials.

- Utilitzar el mínim espai possible, o el màxim aprofitament de l'espai que existeix.
- Minimitzar la inversió en planta de producció.
- Facilitar el disseny del procés productiu.
- Minimitzar el temps de cicle total dels processos, accelerant-los el màxim possible.
- Atendre requeriments i necessitats del departament de Recursos Humans que intervinguin.
- Facilitar rotació d'inventaris.
- Minimitzar el risc de deteriorament de materials, matèria prima o productes acabats.
- Facilitar la supervisió, el seguiment i el control dels recursos.
- Seguir les normes de seguretat, salubritat i control intern.
- Facilitar l'aconseguint de les mesures de compliment del Sistema de Producció.

Tipus de Lay-out que podem trobar serien:

Els tipus de Lay-out estan íntimament lligats els tipus de processos productius.

- En la producció continua s'utilitza l'anomenat Lay-out per línia o per producte.
- En la producció intermitent es caracteritza el Lay-out funcional o per processos.
- En la producció per muntatge es molt utilitzat el Lay-out en cèl·lula o en U.
- En la producció de projectes s'aplica el Lay-out de posició fixa.

Cada tipologia de Lay-out planteja avantatges associades a la seva ubicació en relació a la estratègia de flux, definida com a part del disseny d'un Procés productiu.

Un cop s'ha definit el mètode que s'ha utilitzat per introduir les cèl·lules flexibles de SEAT i redistribuir tota la maquinaria d'altres projectes ja consolidats, i també s'ha realitzat l'estudi del procés que seguiran les peces des de l'inici, (quan tant sols el projecte era informació) fins a arribar a producte acabat, i finalment s'ha fet l'estudi exhaustiu de cada procés per tal de detectar els punts dèbils que poden fer trontollar aquest projecte dins l'empresa, es mostrarà les diferents opcions que es van plantejar.

A la figura 4.12 es presenta la vista en planta de l'empresa abans de que entrés el projecte de SEAT a la fabrica de Gedia España S.L. en el qual ha servit de punt de partida per aquest gran Lay-out que s'ha realitzat.



Il·lustració 19 – Plànol inicial de Gedia España S.L.

En quan arriba la informació del projecte SE-270 i SE-216 a Gedia per part de SEAT, en el departament d'Enginyeria de Processos, es plantegen 2 opcions principals. La primera, utilitza la nau 3 per introduir les noves màquines *flexicell* de SEAT, en canvi en la segona opció s'utilitza la nau 4 per introduir les cèl·lules flexibles de SEAT.

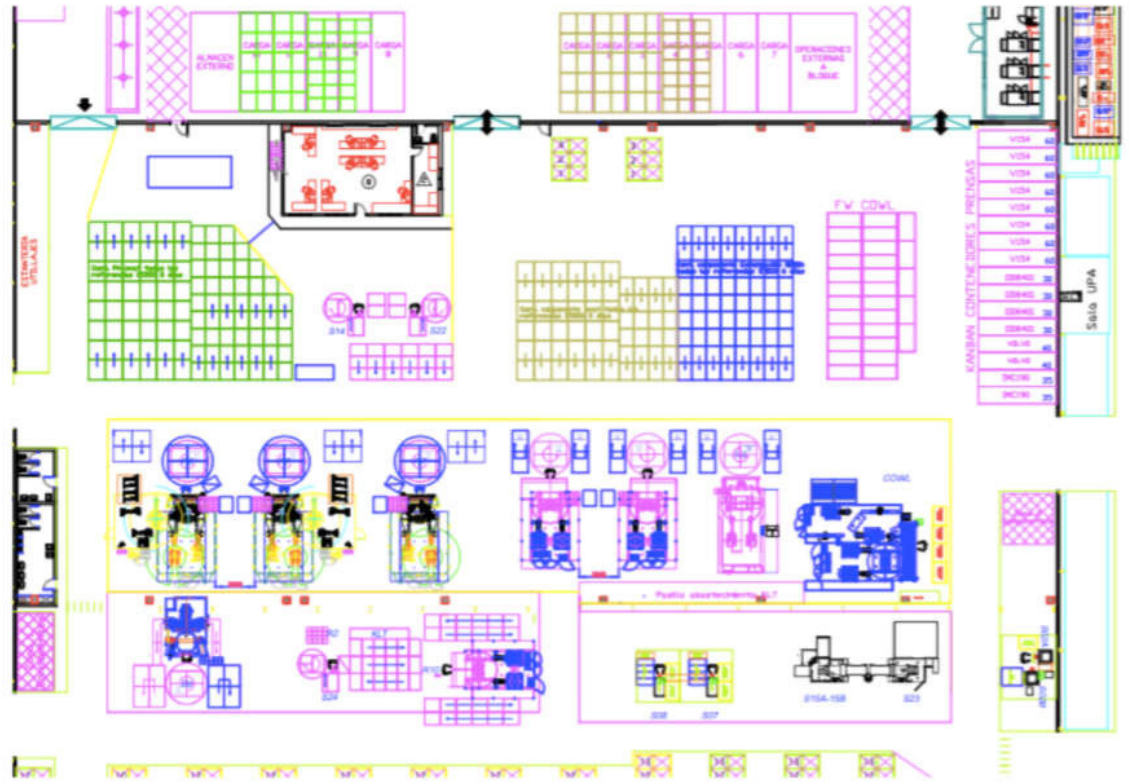
A continuació, en la figura 4.13. és mostrarà la opció 1 en que la nau 3 es la base del nou projecte de SEAT.



Il·lustració 20 – Vista en planta de Gedia, Opció 1.

Com no es pot apreciar amb exactitud la maquinària, s'ha decidit fer una vista al detall de la nau 3 per tal de poder apreciar millor la incorporació de les flexicell de SEAT i el moviment de la soldadora que realitza el pas intermig del Pilar B dintre d'aquesta nau.





Il·lustració 21 – Vista en planta al detall de la opció 1.

Com es pot veure en el plànol al detall de la opció 1 en la figura 4.14.

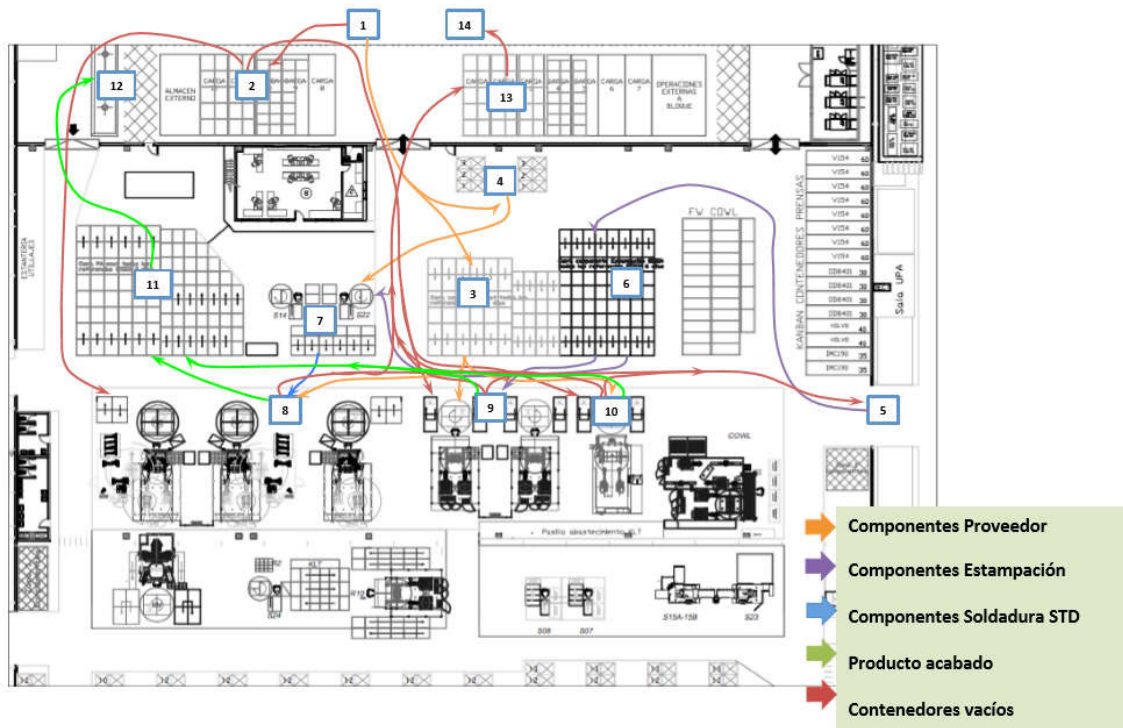
La zona de magatzem del material de compra (zona de color marronós), s'ha situat a prop de l'entrada (porta del mig de la nau 3), i la zona de magatzem d'exportació de producte acabat (zona de color blau), a prop de la porta de sortida (porta de l'esquerra), aquesta distribució de material de compra i producte acabat, és molt bona ja que amb poc moviment dels toros es transporta cada material al seu destí.

També és pot observar com totes les *flexicell* estan disposades al llarg de la nau 3, de fet, no hi ha cap altre forma de col·locar-les ja que no disposaven de més espai. Per ordre de col·locació d'esquerra a dreta tenim: Pilar B (LH), Pilar B (RH), Pilar C (LH), Pilar C (RH) i Canal d'aigües.

I per últim, s'observa que la soldadora del pas intermig del Pilar B es troba entre el material de compra i producte acabat, tant a prop de les *flexicell* del Pilar B com és possible, per tal de continuar amb la reducció de distància de transport de material amb toros.

Per analitzar a fons les distàncies que realitza el material per dins de la nau, s'ha creat el diagrama espagueti de la opció 1 (figura 4.15). El Diagrama de Espagueti és una eina molt fàcil d'utilitzar que intenta reproduir visualment la mobilització de persones o equips en una àrea determinada. Això es realitza amb el propòsit d'entendre i documentar el desapropietament que succeeix de forma habitual, molt probablement les persones que estan directament relacionades amb el procés no és donen compte dels múltiples moviments fins que aquest és informat.

Em aprofitat aquest diagrama per calcular les distàncies de tots els processos i d'aquesta forma, poder fer una comparativa en metres amb la segona opció.



Il·lustració 22 – Diagrama espagueti de la opció 1.

Com molt ben indicat esta a la llegenda de la figura 4.15, les fletxes de color taronja, representen el moviment de components de proveïdor o també s'ha anomenat, de compra. En segon lloc trobem el moviment dels components d'estampació que es desplacen a la zona de magatzem destinada al WIP, representat en fletxes de color lila. En tercer lloc, simbolitzat amb fletxes de color blau, el transport del material soldat del Pilar B, fins a la *flexicell* corresponent. En quart lloc, el producte acabat que és transportat de cada *flexicell* fins la zona del magatzem de producte acabat i del magatzem cap els camions que s'encarreguen de l'exportació cap a SEAT, representat en fletxes de color verd. I per acabar, les fletxes de color vermell que signifiquen el moviment dels contenidors buits.

De tots aquests recorreguts s'extraurà una taula amb totes les distàncies que es compararan amb la segona opció.

Un cop analitzada la opció 1 en que tota la maquinaria anava a la nau 3, es procedeix a mostrar la opció 2, que es basa en utilitza la nau 4 per la fabricació de totes les peces.

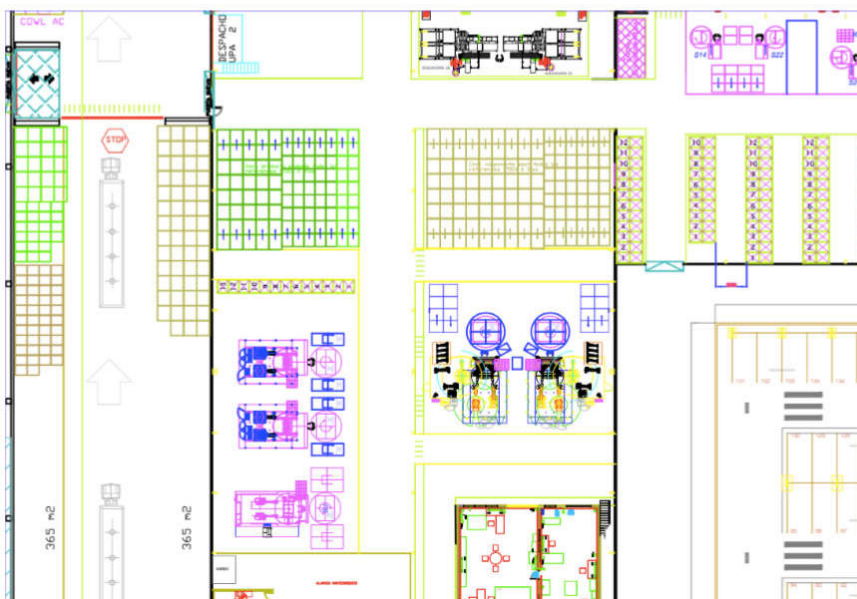
A continuació a la figura 4.16. es pot veure la vista en planta de la distribució en la nau 4.



*Il·lustració 23 – Vista en planta de Gedia, Opció 2.*

Repetint el mateix procediment que amb la primera opció, a continuació, en la figura 4.17. s'aporta la vista en planta del detall de la nau 4 on es troba tota la maquinària per a la producció dels Pilars B, C superior i C inferior i el Canal d'Aigües.

A simple vista ja es pot veure la diferencia que s'ha anat esmentant amb anterioritat i es que tota la maquinaria ha estat distribuïda per la nau 4.



*Il·lustració 24 – Vista en planta de la opció 2.*

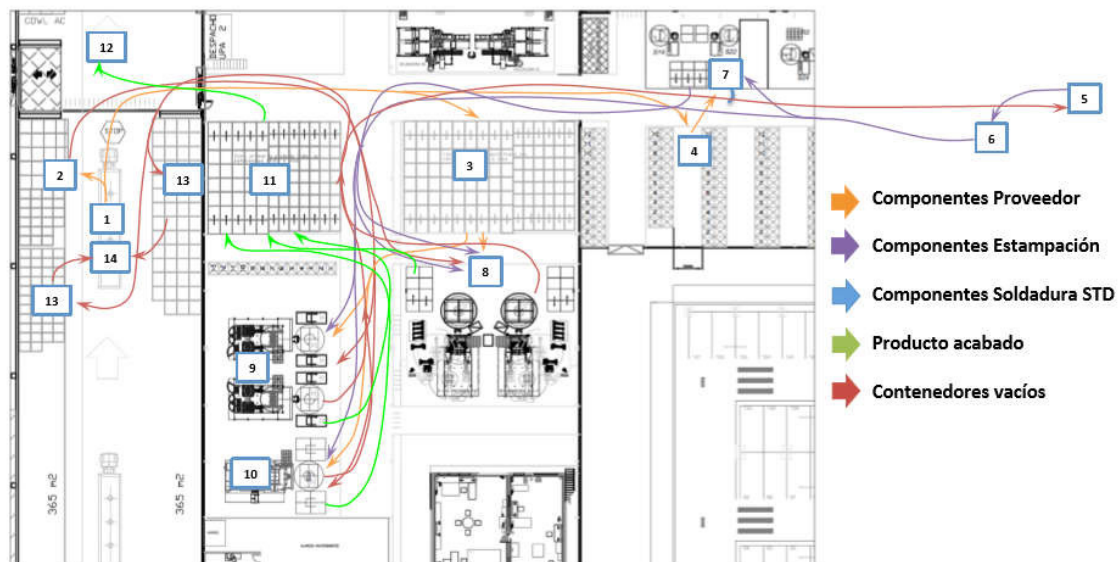


En aquesta figura s'observa, com en la primera opció, com el material de compra, de color marronós, es troba a prop de l'entrada de material de compra i per altre banda, la zona de producte acabat a prop de la sortida o zona d'exportació.

Les màquines *flexicell* han estat distribuïdes de forma que quedin el màxim compactades i pròximes, tant de la zona d'entrada de material com de la zona de producte acabat per tal d'estalviar recorregut els toros.

L'inconvenient més immediat que es pot veure, està en que la soldadora que fa el procés de soldat intermig del Pilar B, es disposa a molta distància de la cèl·lula flexible que processa el Pilar B, tot i així, està a mig camí entre el procés d'estampació i el de soldat de peça final.

Com en el cas anterior, es realitzarà el diagrama espagueti, per tal de poder veure el moviment del material en el cas d'aquesta opció i a més a més, aprofitar per realitzar el càlcul de distància que es recorre.



Il·lustració 25 – Diagrama espagueti de la opció 2.

La figura 4.18. ens mostra els recorreguts, que com en el diagrama anterior i per no barrejar conceptes, s'ha repetit l'índex de colors.

Pel cas dels components d'entrada, fletxes de color taronja, components que venen d'estampació (WIP) fletxes lila, els components del Pilar B que han sigut soldats i han de ser transportats a la *flexicell*, fletxes de color blau, les peces que ja han sigut processades a les *flexicell*, fletxes de color verd i finalment, les fletxes vermelles que simbolitzen el moviment dels contenidors buits.

## Lay-out projecte SE-270 i SE-216

Pau Almirall Bertran

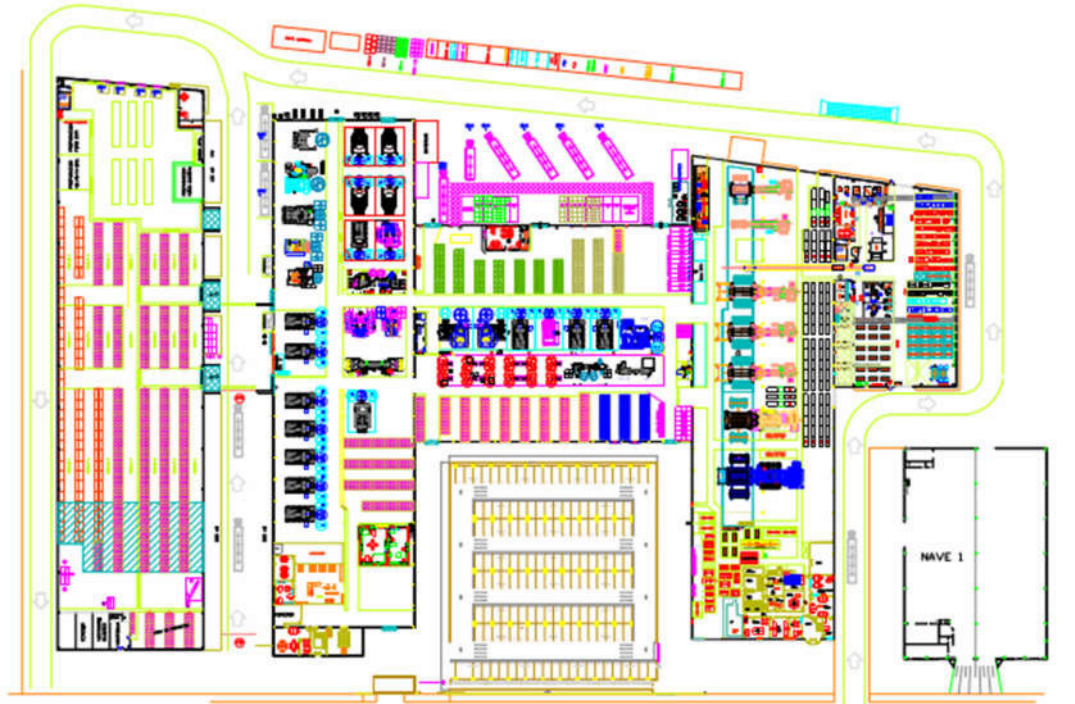
Espagueti - Opció 1						Espagueti - Opció 2					
	no. Contenedores	origen	destino	metros	total metros		no. Contenedores	origen	destino	metros	total metros
1 Descarga cont. vacios PA	84	1	2	8,5	714		84	1	2	5	420
2 Descarga cont. componente SEAT lleno	32	1	3	36	1.152		32	1	3	40	1.280
3 Descarga cont. Componente Proveedor	3	1	4	36	108		3	1	4	61	183
4 Ubicación cont. De Estampación lleno	31	5	6	26	806		31	5	6	26	806
5 Aprovechamiento a Soldadura STD					-						-
Componente Proveedor	3	4	7	76	228		3	4	7	6	18
Componente Estampación	4	6	7	50	200		4	6	7	50	200
6 Aprovechamiento a Flexicell					-						-
Contenedor PA Vacio					-						-
B	30	2	8	61	1.830		30	2	8	65	1.950
C	42	2	9	58	2.436		42	2	9	60	2.520
DC	12	2	10	45	540		12	2	10	73	876
Componente SEAT					-						-
B	14	3	8	39	546		14	3	8	3	42
C	6	3	9	22	132		6	3	9	23	138
DC	12	3	10	13	156		12	3	10	36	432
Componente Estampación					-						-
B	0	6	7	0	-		0	6	7	0	-
C	22	6	9	50	1.100		22	6	9	113	2.486
DC	0	6	10	-	-		0	6	10	-	-
Componente soldadura STD					-						-
	2	7	8	37	74		2	7	8	56	112
	1	7	8	9	9		1	7	8	56	56
7 Retorno contenedores GEDIA interno vacio					-						-
B	4	8	5	62	248		4	8	5	106	424
C	22	9	5	35	770		22	9	5	113	2.486
DC	0	10	5	0	-		0	10	5	0	-
8 Ubicación cont. Componente SEAT vacios					-						-
B	14	8	13	60	840		14	8	13	60	840
C	6	9	13	43	258		6	9	13	54	324
DC	12	10	13	40	480		12	10	13	65	780
9 Ubicación PA					-						-
B	30	8	11	3	90		30	8	11	24	720
C	42	9	11	3	126		42	9	11	21	882
DC	12	10	11	6	72		12	10	11	31	372
10 Carga cont. PA	84	11	12	50	4.200		84	11	12	18	1.512
11 Carga cont. vacios componente SEAT	32	13	14	8	256		32	13	14	4	128
TOTAL					17.371	TOTAL					19.987

Il·lustració 26 – Comparativa en metres de les opcions 1 i 2.

Per acabar amb el procés de comparativa entre quina de les dos opcions és més viable, s'ha fet una taula on s'observen tots els recorreguts que fan els toros en cada cas, ja sigui moviment de contenidors buits, com el producte acabat que es porta fins al camió per ser transportat a SEAT.

En la figura 4.19. es pot veure aquesta comparativa. D'aquesta comparació se'n pot extreure a simple vista, que la primera opció té una disminució del recorregut en més de 2.000 metres, de fet, era d'esperar, ja que tant l'entrada de material de compra com el material processat a premses venen de zones més pròximes. Un valor afegit que té la primera opció és que tot el moviment es produeix en una única nau, d'aquesta manera ens estalviem molestar els altres treballadors. Un altre fet, que pot ser no és gaire visible és el fet que en la opció 2, les cèl·lules flexibles estan molt pròximes al laboratori, i la producció de soroll o moviment per part de les *flexicell*, podria falsejar les mesures que s'hi realitzen.

Un cop demostrat que la primera opció és més rentable pel que fa a recorreguts i per tant, estalvi de temps en desplaçaments, tot i així queden uns detalls que en la última opció que es donarà, que s'han rectificat per tal de fer el procés el màxim compacte possible.



Il·lustració 27 – Vista en planta de la opció 3.

El primer detall que s'ha d'arreglar, seria el procés de soldadura previ a l'entrada de totes les peces a la cèl·lula flexible del Pilar B, en la opció 1 estava "despenjada". El que es proposa en aquesta última planificació és la de unificar mitjançant cintes transportadores el transport dels contenidors entre processos, amb la conseqüència que també s'estalvia recorregut de material i menys desplaçament per part del toro.

En segon lloc, s'ha eliminat el carril central ja que amb la introducció d'una màquina més, no es disposa d'espai per aquest carril de pas per els toros, amb la qual cosa tots els càlculs s'incrementen en 7 i 8 metres pel que fa al transport de WIP a les flexicell del Pilar C i Canal d'Aigües respectivament.

Finalment veure que l'entrada de material de compra s'ha desplaçat a la porta de la dreta de la nau 3 per tal de tindre menys recorregut per dins la nau.

En la figura 4.20. s'observen tots aquest canvis i també es podran veure bastanta més maquinària d'hagut a que ja s'està pensant la distribució i fent el Lay-out per al projecte d'Opel que entrarà pròximament.

A continuació es pot veure la comparativa en metres dels canvis que s'han introduït a la opció 3. Com es mostra en la comparativa, la millora es substancial ja que la millora supera el 1.000 metres, això és deu a la reducció de recorregut del material d'entrada i del WIP del Pilar B.

## Lay-out projecte SE-270 i SE-216

### Pau Almirall Bertran

Espagueti - Opció 1						Espagueti - Opció 3						
	no. Contenedores	origen	destino	metros	total metros		no. Contenedores	origen	destino	metros	total metros	
1 Descarga cont. vacios PA	84	1	2	8,5	714	-	84	1	2	8,5	714	
2 Descarga cont. componente SEAT lleno	32	1	3	36	1.152	-	32	1	3	41	1.312	
3 Descarga cont. Componente Proveedor	3	1	4	36	108	-	3	1	4	33	99	
4 Ubicacion cont. De Estampación lleno	31	5	6	26	806	-	31	5	6	47	1.457	
5 Aproveisionamiento a Soldadura STD					-	-					-	
Componente Proveedor	3	4	7	76	228	-	3	4	7	28	84	
Componente Estampación	4	6	7	50	200	-	4	6	7	28	112	
6 Aproveisionamiento a Flexicell												
Contenedor PA Vacio												
B	30	2	8	61	1.830	-	30	2	8	58	1.740	
C	42	2	9	58	2.436	-	42	2	9	50	2.100	
DC	12	2	10	45	540	-	12	2	10	60	720	
Componente SEAT												
B	14	3	8	39	546	-	14	3	8	27	378	
C	6	3	9	22	132	-	6	3	9	3	18	
DC	12	3	10	13	156	-	12	3	10	6	72	
Componente Estampación												
B	0	6	7	51	-	-	0	6	7	39	-	
C	22	6	9	50	1.100	-	22	6	9	11	242	
DC	0	6	10	-	-	-	0	6	10	-	-	
Componente soldadura STD												
B	2	7	8	37	74	-	2	7	8	8	16	
C	1	7	8	9	9	-	1	7	8	8	8	
7 Retorno contenedores GEDIA interno vacio					-	-					-	
B	4	8	5	62	248	-	4	8	5	62	248	
C	22	9	5	35	770	-	22	9	5	35	770	
DC	0	10	5	0	-	-	0	10	5	0	-	
8 Ubicación cont. Componente SEAT vacios					-	-					-	
B	14	8	13	60	840	-	14	8	13	52	728	
C	6	9	13	43	258	-	6	9	13	43	258	
DC	12	10	13	40	480	-	12	10	13	54	648	
9 Ubicación PA												
B	30	8	11	3	90	-	30	8	11	6	180	
C	42	9	11	3	126	-	42	9	11	32	1.344	
DC	12	10	11	6	72	-	12	10	11	41	492	
10 Carga cont. PA	84	11	12	50	4.200	-	84	11	12	23	1.932	
11 Carga cont. vacios componente SEAT	32	13	14	8	256	-	32	13	14	14	448	
TOTAL 17.371						-	TOTAL 16.120					
						-	1.251					
						-	1.251					

Il·lustració 28 – Comparativa entre la opció 1 i 3.

Com a resultat de tant de tanta planificació, al final ha resultat que de la opció més rentable a la opció més desfavorable per l'empresa, hi ha un augment en metres del més de 3.000 metres. També s'ha vist una compactació del procés més òptima i, com en l'últim cas, com aquesta planificació permet la introducció d'un projecte posterior.

## 4.7. Revisió del magatzem

Per tal de verificar que les zones que s'han triat per al material de compra, el WIP i el PA són correctes. S'ha fet un Excel amb el càlcul segons cada tipus de material per tal de calcular la quantitat de contenidors i l'espai que aquests ocuparia.

En les figures 4.22., 4.23. i 4.24. es mostra el mètode que s'ha seguit per tal de calcular el número de contenidors i l'espai que ocupen, segons si ha sigut material de compra, WIP o PA respectivament.

Pels càlculs del dimensionament s'ha tingut en compte quants cops s'ha fet servir una referència, la columna quantitat/cotxe, serveix per no trobar un component de cargolaria repetit diverses vegades o en el cas del Pilar B, hi ha un parell de peces que no són específiques per a una mà amb la qual cosa també és repetiria.

La columna següent, ens mostra les dimensions del contenidor en l'eix X i en l'eix Y respectivament, aquestes columnes s'utilitzen més endavant per al càlcul de l'àrea. En la columna peces/contenedor, es mostra les peces que hi caben en el contenidor amb que seran

transportats per dins la fàbrica o en el cas de material de compra o PA, amb el que és transportat, per conta el numero de contenidors, serà bàsica aquesta casella.

A continuació depenen de si mirem, Material d'entrada, WIP o PA, trobarem noms diferents: pel cas de material d'entrada, trobarem lots de compra o producció setmanal, ja que depenen del proveïdor, fan lots de compra mínims. En el cas de WIP, les bobines que s'utilitzen, s'ajusten a la producció setmanal, amb la qual cosa posa producció setmanal. I per últim, si és PA, posa exportació diària. El càlcul és molt fàcil: Demanda / dies hàbil \* 5 en el cas que sigui setmanal i sense multiplicar si es diari ja que la mateixa divisió ja et dona la quantitat de peces.

Seguidament, a la columna N° de contenidors, es mostra la quantitat de contenidors que es necessitarà per transportar les peces, el càlcul d'aquesta columna també és molt senzilla ja que consisteix en dividir la columna anterior amb les peces que caben a cada contenidor: producció setmanal o exportació diària / peces per contenidor, aquesta divisió dona el número de contenidors per transportar les peces produïdes.

La columna del F.A, significa factor d'apilament i marca la quantitat de contenidors poden anar un sobre de l'altre, aquesta columna agafa directament la xifra del número de contenidors i el divideix entre el valor.

I finalment l'àrea que ocupa es contenidors al magatzem d'una mateixa peça, aquesta columna esta calculada segons les dimensions multiplicat pel número de contenidors i dividit pel factor d'apilament.

Un cop extrets els valors d'espai i quantitat de contenidors, s'ha realitzat un Lay-out de les estanteries per tal de que sigui més fàcil visualitza en el plànol si els magatzems seran capaços d'absorbir les quantitats mostrades anteriorment.

A la figura 4.25. es mostra el Lay-out del projecte SE-270, en aquesta figura el que s'ha mirat d'aconseguir, ha sigut optimitzar el màxim l'espai que ocupa el projecte de SEAT.

SE-270

SE-270 : 12142 Producció anual: 12142 Dies laborables: 5

Pilar B

Producció anual: 12142 Dies hàbils: 240

Referència:	Compra i emmagatzemament:	Quantitat:	Dimensions contenedor:	Pes (contenedor):	Producció anual:	Lot de compra:	Quantitat ha bides en compra:	Tipus de contenedors:	P.A.:	Pes:	Tipus de contenedors:	Tipus de contenedors (m³):
LM	45012121	2	1200 800	1200	2385	2385	13500	8	4	2	1350000	1,82
	45012122	1	1200 800	1200	2385	2385	9900	4	4	1	990000	0,95
	45012123	1	1400 1200	1400	2385	2385	2601	17	4	5	7140000	7,14
	45012124	1	1400 1200	1400	2385	2385	2640	22	4	6	9240000	9,24
MX	45012125	2	1200 1000	1200	2385	2385	3200	1	4	1	500000	0,5
	45012126	2	1200 1000	1200	2385	2385	3200	1	4	1	500000	0,5
	45012127	2	1200 1000	1200	2385	2385	7200	1	4	1	500000	0,5
	45012128	4	1200 1000	1200	2385	2385	12000	1	4	1	500000	0,5
MY	45012129	2	1200 1000	1200	2385	2385	5800	1	4	1	500000	0,5
	45012130	1	1200 800	1200	2385	2385	9900	4	4	1	990000	0,95
	45012131	1	1400 1200	1400	2385	2385	2601	17	4	5	7140000	7,14
	45012132	1	1400 1200	1400	2385	2385	2640	22	4	6	9240000	9,24

Pilar C

Referència:	Compra i emmagatzemament:	Quantitat:	Dimensions contenedor:	Pes (contenedor):	Producció anual:	Lot de compra:	Quantitat ha bides en compra:	Tipus de contenedors:	P.A.:	Pes:	Tipus de contenedors:	Tipus de contenedors (m³):
LM	45012133	1	1200 1000	1200	2385	2385	2600	15	4	4	3900000	3,9
	45012134	1	1200 1000	1200	2385	2385	2600	15	4	4	3900000	3,9

Canal d'irrigació

Referència:	Compra i emmagatzemament:	Quantitat:	Dimensions contenedor:	Pes (contenedor):	Producció anual:	Lot de compra:	Quantitat ha bides en compra:	Tipus de contenedors:	P.A.:	Pes:	Tipus de contenedors:	Tipus de contenedors (m³):
LM	45012135	1	1200 1000	90	2385	2385	2610	29	4	6	8700000	8,7
	45012136	2	1200 1000	42000	2385	2385	42000	1	4	1	900000	0,5
MY	45012137	2	1200 1000	90	2385	2385	2610	29	4	6	8700000	8,7
	45012138	1	1200 1000	90	2385	2385	2610	29	4	6	8700000	8,7

Il·lustració 29 – Dimensionament magatzem material de compra.



**SE-270**

SE-270 : 123142 Producció anual: 123142 Dies laborables: 5  
Dies hàbils : 240

**Pilar B**

Referència :	Estampada/Soldada :	Cantitat/cotxe :	Dimensions contenidor :	Peces/contenedor :	Producció setmanal :	Nº de contenidors :	F.A. :	Piles :	Espai ocupat (mm²)	Espai ocupat (m²)
LH	6F0810275 420326401	1	1200 1000	246	2566	11	4	3	3300000	3,3
RH	6F0810275 420326501	1	1200 1000	246	2566	11	4	3	3300000	3,3

**Pilar C**

Referència :	Estampada/Soldada :	Cantitat/cotxe :	Dimensions contenidor :	Peces/contenedor :	Producció setmanal :	Nº de contenidors :	F.A. :	Piles :	Espai ocupat (mm²)	Espai ocupat (m²)
LH	6F0817977 420342700	1	1200 1000	350	2566	8	4	2	2400000	2,4
	6F0810499 420342900	1	1200 1000	250	2566	11	4	3	3300000	3,3
	6F0810185 420343100	1	1200 1000	148	2566	18	4	5	5400000	5,4
	6F0817978 420342800	1	1200 1000	350	2566	8	4	2	2400000	2,4
RH	6F0810500 420343000	1	1200 1000	250	2566	11	4	3	3300000	3,3
	6F0810186 420343200	1	1200 1000	148	2566	18	4	5	5400000	5,4
	Inferior									
LH	6F0809263 420342000	1	1200 1000	144	2566	18	4	5	5400000	5,4
RH	6F0809264 420342100	1	1200 1000	464	2566	6	4	2	1800000	1,8

**Canal d'aigües**

Referència :	Estampada/Soldada :	Cantitat/cotxe :	Dimensions contenidor :	Peces/contenedor :	Producció setmanal :	Nº de contenidors :	F.A. :	Piles :	Espai ocupat (mm²)	Espai ocupat (m²)
LH	6F0809667 420333400	1	1200 1000	2720	2566	1	4	1	300000	0,3
RH	6F0809668 420333500	1	1200 1000	2680	2566	1	4	1	300000	0,3

Il·lustració 30 – Dimensionament magatzem WIP.

**SE-270**

SE-270 : 123142      Producció anual: 123142      Dies laborables: 1  
Dies hàbils : 240

**Pilar B.**

Referència :	Cantitat/cotxe :	Dimensions contenidor :	Peces/contenedor :	Exportació diària :	Nº de contenidors :	F.A. :	Piles :	Espai ocupat (mm²)	Espai ocupat (m²)
LH 6F0809607 410111802	1	1400	1200	21	514	25	4	7	10500000
RH 6F0809608 410111702	1	1400	1200	21	514	25	4	7	10500000

**Pilar C.**

Referència :	Cantitat/cotxe :	Dimensions contenidor :	Peces/contenedor :	Exportació diària :	Nº de contenidors :	F.A. :	Piles :	Espai ocupat (mm²)	Espai ocupat (m²)
Superior									
LH 6F0809267 410129800	1	1200	1000	24	514	22	4	6	6600000
RH 6F0809268 410129900	1	1200	1000	24	514	22	4	6	6600000
Inferior									
LH 6F0809261 410129000	1	1200	1000	171	514	4	4	1	1200000
RH 6F0809262 410129100	1	1200	1000	171	514	4	4	1	1200000

**Canal d'aigües**

Referència :	Cantitat/cotxe :	Dimensions contenidor :	Peces/contenedor :	Exportació diària :	Nº de contenidors :	F.A. :	Piles :	Espai ocupat (mm²)	Espai ocupat (m²)
LH 6F0809641 410121101	1	1000	600	90	514	6	4	2	900000
RH 6F0809642 410121201	1	1000	600	90	514	6	4	2	900000





Finalment realitzat el càlcul d'àrea ocupada i contrastada en el plànol per veure que en cada zona, ja fos material de compra, WIP o PA, tots els magatzems són capaços d'absorbir els projectes SE-270 i SE-216.



La única diferencia que se'n pot extraure és que la quantitat de contenidors i espai ocupat, és inferior que al SE-270, però això es deu a que la demanda del projecte SE-216 és inferior al projecte SE-270.

## 5. Pla d'execució

Finalitzat el procés d'explicació de la metodologia que s'ha seguit per realitzar tots els càlculs i avaluar la millor opció de totes les que sortien òptimes i rentables per la situació de cada procés.

A continuació es mostra el pla d'execució que s'ha seguit, en la qual cada departament necessitava d'informació per tal d'anar tancat el projecte.

Title GEDIA Plan de Acción	Assigned to	Target	Start 1/2/16	Due 3/10/16	Duration 246d	Status	Priority
1 Validar con SEAT los contenedores finales del Pilar C y DC	Anett	Asegurar las cantidades x contenedor con Cliente y validar la necesidad de contenedores y ubicaciones	1/2/16	29/2/16	21d	Active	High
2 Tomar decisión sobre la nueva célula. Pilar B SE-216	D.Martín, Salvador, JMGullén	Ajustar la capacidad productiva a la curva de producción del modelo	1/2/16	31/3/16	44d	Active	High
3 Re-ubicación de todos los contenedores existentes en la zona destinada al Proyecto SEAT	J.Gironés, N.García	Habilitar espacio para el proyecto SEAT	1/2/16	29/7/16	130d	Active	Normal
4 Definir la estrategia del WIP de GEDIA	J.Gironés, F.Dorado	Optimización de los stocks intermedios el WIP de producción general de GEDIA	1/2/16	29/7/16	130d	Active	Normal
5 Identificar ubicación y fechas de las Flexicells nuevas y reformadas	JMGullén	Realizar el cambio de forma ordenada con respecto a la planificación de producción y mantenimiento	1/2/16	19/2/16	15d	Active	High
6 Identificar orden y fechas de los movimientos de las Flexicells existentes	JMGullén	Realizar el cambio de forma ordenada con respecto a la planificación de producción y mantenimiento	1/2/16	19/2/16	15d	Active	High
7 Definir el espacio necesario para los útiles y matrices del Proyecto SEAT	N.García	Prever el espacio necesario para tal uso	1/2/16	29/2/16	21d	Active	Normal
8 Validar ASAP el TKT del Pilar B	J. González	Comprobar que no hay cambios en el cuello de botella. (cualquier variación afecta directamente a planificación y logística)	1/3/16	31/3/16	23d	Active	High
9 Valorar etiquetar con etiqueta Cliente de producto acabado desde producción	J.Gironés, F.Dorado	Disminuir la manipulación de contenedores y posibles errores de identificación	1/4/16	31/5/16	43d	Active	Normal
10 Definir estrategia sobre invertir, o no, en la compra de estanterías dinámicas	D.Martín, J.Gironés	Definir la visión futura de la logística interna de GEDIA	5/9/16	3/10/16	21d	Active	Normal

*Il·lustració 34– Pla d'accions planificades per tal de realitzar el Lay-out.*

Primer de tot, de part del departament de compres, s'havia de validar les dimensions dels contenidors pel Pilar C i Canal d'Aigües, molt important pel que fa a l'hora de dissenyar el magatzem d'entrada i sortida de material.

En segon lloc, s'havia de veure si era necessari una nova cèl·lula flexible pel Pilar B ja que el temps de cicle de la màquina que donava proveïdor era molt elevada segons els valors de demandes. També té un gran impacte a l'hora de decidir on anava per tal de no desfasar tots els valors de recorreguts.

En tercer lloc, reubicar tots els contenidors del projecte SEAT ja que tenien una zona escollida, però no se sap com anirà ubicada.

En quart lloc, definir l'estratègia del material processat a Gedia per tal de minimitzar el producte estoc, tot i així ha d'haver-hi un mínim estoc de seguretat per si la demanda augmenta.

En cinquè i sisè lloc, decidir quan i com es realitzen els moviments de les *flexicell* renovades ja existents i les noves per poder començar a realitzar proves de com sortien les peces i poder anar ajustant els paràmetres de les màquines.

En setè lloc, definir el lloc que anirien ubicades les matrius pel projecte, al igual que amb les peces, les matrius i utilitatges per col·locar-les també requereixen d'un espai ja que no es poden deixar allà de qualsevol manera i s'ha de veure on pot anar situada per tal de no destorbar.

En vuitè lloc, validar els takt times del Pilar B que s'han donat a SAP (eina on s'introdueix totes les dades de projectes).

En penúltim lloc, valorar el fet d'etiquetar els contenidors de PA amb client a producció per tal d'estalviar recorregut dintre de l'empresa ja que sinó hauria d'anar fins la nau 5 i tornar fins la zona d'expedició.

Per últim, decidir si s'inverteix en estanteries dinàmiques.

Seguidament a la figura 5.2. és mostra la cronologia establerta pels diferents departaments per tal de realitzar el Lay-out de manera que si sorgís qualsevol problema, hi hagi temps de rectificar-lo.



Il·lustració 35 – Cronologia del pla d'accions.

## 6. Resultats finals i conclusions

Les conclusions i resultats finals que es poden extraure d'aquest projecte de Lay-out del projecte SE-270 i SE-216 han sigut molt bons:

Començarem amb la important reducció de més de 3000 metres en recorregut total dels toros, ja que si s'hagués realitzat alguna altre opció o inclús fer l'etiquetat a la nau 5, la distancia que hagués fet el material per fàbrica s'hauria vist incrementat enormement.

Seguidament, i es pot veure en el plànol, la optimització d'espai que hi ha ja que només s'ocupa part de la nau 3 contant els magatzem d'entrada, material processat i sortida, d'aquesta manera l'impacte sobre els altres projectes també és menor.

Amb aquesta optimització d'espai també s'ha contat que l'estoc de material de tot el procés fos el mínim possible per tal que en el magatzem s'utilitzi el mínim espai necessari. Contant que teníem entregues de proveïdors setmanal i exportacions diàries a SEAT s'ha planejat tot el procés per tal que només s'acumuli l'estoc de seguretat, numèricament l'estoc de tot el procés són 191 contenidors, i l'espai que s'ha contat pel projecte de SEAT contant un factor d'apilament de 4 en tots els llocs, dona un espai per 984 contenidors. Això vol dir que l'estoc de seguretat ocupa un 19,41% de l'espai del magatzem.

Destaca el problema de no incrementar un torn més en la producció per problemes com el que s'ha vist amb el procés que realitza la *Flexicell* del Pilar B al veure que el seu temps de cicle és superior al takt time i la decisió de comprar una cèl·lula nova per tal de compensar aquesta falta de rendiment i d'aquesta manera no incrementar un torn ja que un torn més suposaria una inversió total de 224.000€ mentre que pel que fa a la "nova cèl·lula" per al procés del Pilar B, s'ha aprofitat amb la qual cosa ja casi esta amortitzada amb un altre projecte, ja que si s'hagués hagut de comprar 2 robots nous, el cost pujaria al voltant dels 300.000€, un 134% més car que en el cas de contractar a un altre persona.

Pel que fa al cost d'adequació de les instal·lacions el que s'ha mirat de fer, és aprofitar el sistema de subministrament antic i aprofitar-los per subministrar el les noves maquines i retocar les soldadores que s'hagin hagut de desplaçar, en total aquest cost ha sigut d'uns 80.000€ pel que fa una instal·lació i 10.000€ per l'ampliació d'una escomesa, contant que són 5 *flexicell* noves, ens deixa un total de 450.000€ que comparat amb fabricar i equipar una nau nova tenint que fer tot el cablejat de zero, els costs es molt més reduït.

Finalment, de la comparativa que s'ha fet, s'extreu que de les 3 opcions, la opció 3, era la més favorable ja que s'hi condensa tota la fabricació de les peces en una nau (nau 3) i deixa conviure altres projectes que es realitzen en les altres soldadores, les eines que s'ha utilitzat per veure la opció més favorable ha sigut el diagrama espagueti, que ens ha mostrat la distribució més rentable i optima, i el càlcul de takt time per veure si algun dels processos no era capaç de produir al ritme que demana client i el lay-out de les estanteries juntament amb el diagrama del magatzem per mirar de condensar els contenidors de tots els processos. Tot un conjunt d'operacions que han deixat aquest projecte llest per començar a se produït i donar el rendiment que es vol.

## 7. Lliçons apreses

Personalment ha sigut una experiència molt satisfactòria en la qual he pogut aprendre molt.

A la universitat, i en l'assignatura d'Organització de la Producció ens van ensenyar com calcular el takt time, que és un Value Stream Map o com veure la manca d'un procés mitjançant el temps de cicle de cada operació en comparació amb el takt time.

En aquest cas he pogut posar en pràctica tots aquests coneixements ja que he hagut de dissenyar el Value Stream Map per mostrar com es mou la informació i els contenidors des del seu inici fins al final, també per valorar si algun dels passos tenia més importància a l'hora de ser analitzat. Seguidament s'ha fet un càlcul del takt time que necessitem per complir amb les expectatives de client i finalment he après ha utilitzar unes eines noves com són: el diagrama espaguetti i el diagrama del magatzem, tant importants com la resta.

També dir que he pogut desenvolupar tots aquests coneixements en un cas real i que serà aplicat en la fàbrica de l'empresa Gedia España S.L. i també que he pogut desenvolupar el meu treball rodejat de grans professionals de sector que m'han ajudant i m'han facilitat informació quan he tingut problemes o no sabia com continuar.

Finalment, destacar la gran experiència d'haver hagut de mantenir el contacte amb pràcticament tots els departaments per aconseguir tota la informació per aquest projecte; compres i vendes que m'han facilitat molta informació sobre lots de compra, expedició pel que fa el contenidors que van les peces de producte acabat per dissenyar el magatzem de PA, projectes per saber quines premses s'utilitzarien o l'impacte que tenia dintre de l'empresa aquest projecte. En conjunt un seguit de reunions i moviment dintre de l'empresa que ha sigut molt satisfactori i que també tots els departaments han ajudant molt en tot el que han pogut.

## 8. Bibliografía

Cuatrecasas, Ll: "Lean Management. La gestión competitiva por excel·lència", Ed. Profit, 2010

Cuatrecasas, Ll i Torrell F.: "TPM EN UN ENTORNO LEAN MANAGEMENT", Ed. Profit, 2010

Harris, R.; Harris, Ch. i Wilson, E.: "Crear flujo de materiales", Ed. LEI, 2003

Jones, D.T. i Womack, J.P.: "Seeing the whole: Extended value stream", Ed. LEI, 2003

Jones, D.T. y Womack, J.P.: "Lean Thinking: Cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa", Ed. Gestión 2000, 2012

Liker, J.K.: "Las claves del éxito de Toyota: 14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo", Ed. Gestión 2000, 2010

Liker, J. i Meier, D.: "The Toyota way Fieldbook: A practical guide for implementing Toyota's 4PS". Ed. McGraw-Hill Education, 2005

Rother, M. i Harris, R. (2001): "Creando Flujo continuo", Ed. LEI, 2001

Rother, M. i Shook, J.: "Observar para crear valor", Ed. LEI, 1999

Smalley, A.: "Creating level pull", Ed. LEI, 2011